



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación, Estudios Nacionales
y Servicios del Ambiente (PIENSA)



**Evaluación ambiental a las actividades fito-profilácticas y
sanitarias prescritas para el control del *Dendroctonus* e *Ips* sp
en *Pinus oocarpa* de la reserva natural Tomabú, en el periodo
2016 – 2018.**

Tesis para optar al título de:
Maestro en ciencias ambientales

Tesista:

Ing. Augusto César Aguilera Huete

Tutor:

Lic. M.Sc. Mauricio Lacayo Escobar

Managua, enero 2019

i. DEDICATORIA

Con el compromiso de seguir adelante en la senda del aprendizaje y el bien común, dedico, uno más de mis modestos logros académicos, a mi madre; Leonor del Carmen Huete Obregón q.e.p.d, a mi compañera de vida, Martha Lorena Gutiérrez y mi hija Lisbeth.

Extiendo la misma, en igual condición a todos mis hermanos, sobrinos y amigos que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme.

ii. AGRADECIMIENTO

A Dios, padre nuestro; sobre todas las cosas, por la vida y entendimiento del que nos ha dotado.

A los maestros del CIEMA - PIENSA que siempre estuvieron anuentes a encauzarnos en la interpretación y gestión científica, técnica e integral de los recursos naturales de nuestro entorno; para ellos, mis más altas muestras de afecto, respeto y agradecimiento.

Téngase entre estos, como especiales a los ilustres maestros Lic. M.Sc. Mauricio Lacayo, tutor de este trabajo, a Lic. M.Sc. Luz Violeta Molina y Lic María Victoria Mairena por sus oportunas gestiones y cuidados al respecto.

Al Ing. M.Sc. Byron Walsh por sus valiosos y grandes aportes en materia de biodiversidad y conservacionismo, al Ing. M.Sc. Sergio Gámez por la mesura y humanismo con que dirigió sus cátedras; así como a los M.Sc. Elda Escobar y Pablo Angulo que de manera amable, profesional y oportuna supieron brindar sus magníficos aportes en la etapa de defensa de este trabajo.

En el campo se agradece a los propietarios de bosque, que con su peculiar confianza, cariño y espontaneidad nos brindaron la información requerida, para todos ellos, nuestro cariño, agradecimiento y el compromiso pleno de procurar aportes a la gestión integral de los recursos naturales de la reserva.

Al Instituto Nacional Técnico Forestal INTECFOR e Instituto Nacional Tecnológico INATEC, por haber brindado las facilidades y el apoyo económico para el desarrollo de esta investigación, así como a los técnicos e ingenieros regentes forestales particulares por haber brindado la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos aquí planteados. En el INTECFOR especial agradecimiento a la Ing. M.Sc Yolanda Azucena Centeno R e Ing M.Sc Rigoberto Antonio Olivas.

iii. Resumen

El bosque de *Pinus* en Nicaragua, además de representar una proporción relativamente pequeña (12%) de la superficie total boscosa del país; es también, uno de los más alterados por fenómenos tanto naturales como antrópicos, constituyéndose así, en uno de los ecosistemas forestales más vulnerables y amenazados de nuestro país.

Entre las causas más comunes de alteración y degradación de estos ecosistemas, se encontró, el alto índice de comercialización de la especie, los incendios, el cambio de uso de suelo, (desmontes) la ganadería extensiva, y las plagas y enfermedades forestales; como la del gorgojo de los pinos, representada en Nicaragua, por los coleópteros de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* sp, siendo esta última, la causa principal directa e indirecta de mayor magnitud de daño en los ecosistemas de pino del país; dado que, ha logrado arrasar grandes extensiones de bosques en Nicaragua y demás países donde el *Pinus* está presente.

En este estudio, se analizó, y caracterizó, el procedimiento y la eficacia, de cada una de las actividades desarrolladas en el contexto del plan de saneamiento prescrito para el control de la plaga de gorgojos de los pinos en la reserva natural Tomabú, así como, las magnitudes de los impactos o alteraciones derivadas de la ejecución del mismo, en el periodo 2016-2018.

Las actividades y/o acciones evaluadas antes, durante y después del plan fueron en primera instancia la permisología y el periodo pre saneamiento. Durante la ejecución se evaluó la tala, troceo, derrame, arrastre o madereo, el descortezado, la fumigación y la quema en manchones de ramas y desechos de los árboles tratados. En el periodo de post saneamiento se evaluó todo lo referente a actividades de mitigación, protección y restauración del ecosistema alterado.

La actividad que presentó mayor impacto al medio, fue la tala en sí, dado que, no solo erradicó completa y definitivamente los árboles afectados, sino que, también trastocó la vegetación remanente y demás elementos bióticos y abióticos del ecosistema, como el suelo, la fauna, las tasas de infiltración etc.

En el contexto social se valoró el cumplimiento del marco jurídico ambiental y de salud e higiene laboral especificados en las leyes y normativas nicaragüenses encontrando que la actividad forestal en general se desarrolla de manera temeraria y/o desorganizada.

Tabla de contenidos

i	DEDICATORIA.....	
ii	AGRADECIMIENTO.....	
iii	RESUMEN	
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	2
2.1	General.....	2
2.2	Específicos	2
III.	MARCO TEÓRICO	3
3.1.	Taxonomía y Caracterización de los pinos.....	3
3.2.	Ecología y distribución del género <i>Pinus</i>	4
3.3.	Especies de Pino reportadas en Nicaragua.	5
3.4.	Ecología y distribución de <i>Pinus oocarpa</i> en Nicaragua.	5
3.5.	Fisonomía <i>Pinus oocarpa</i>	6
3.6	Afectaciones al género <i>Pinus</i> en Nicaragua.....	9
3.6.1.	Afectaciones o daños por patógenos fúngicos en viveros.....	10
3.6.2	Afectación fúngica en bosque.....	13
3.6.3	Afectación por insectos descortezadores.....	16
4.	Umbrales de daño de la plaga del gorgojo.	28
4.1.	Umbrales de daño para <i>Dendroctonus frontalis</i>	29
5.	Generalidades de los métodos de prevención y control del gorgojo de los pinos.	31
5.1	Método Cortar y aprovechar.....	34
5.2	Método de la Franja de contención.	34
5.3	Método Tumbar y descortezar.	35
5.4	Método cortar y dejar (derribo y abandono).	36
5.5	Método Apilar y Quemar.	37
5.6	Método químico.....	37
5.7	Método de Control biológico.	40
6.	Monitoreo y control.	44
7.	Afectaciones derivadas del ataque de gorgojos.	46
8.	Otros insectos reportados en los escenarios epidémicos del ecosistema de pinar.....	47
8.1	Género <i>Xyleborus</i>	47
8.2	Género <i>Cossonus</i> . Clairville, 1798 (Coleóptera - Curculionidae).	50

8.3 Genero <i>Atta</i>	50
IV. HIPÓTESIS.....	52
V. METODOLOGÍA.....	53
5.1 Tipo de investigación.....	53
5.2 Descripción y ubicación biofísica del área de estudio.....	53
5.2.1. Accesibilidad.....	55
5.2.2. Fisiografía.....	55
5.2.3. Geología.....	55
5.2.4. Suelos.....	56
5.2.5. Clima.....	56
5.2.6. Caracterización de la vegetación (Bosques).....	56
5.2.7. Zona de vida del área estudiada según L, R Holdridge.....	57
5.2.8. Tenencia de la tierra.....	57
5.3. Etapas de la investigación.....	57
5.4. Evaluación de los impactos.....	59
5.4.1. Descripción y valoración cuali-cuantitativa de los criterios de evaluación de los impactos en cada una de las actividades y/o procesos del plan de saneamiento.....	59
VI. Resultados y discusión.....	63
6.1. Inventario forestal área núcleo.....	63
6.2. Inventario forestal área de amortiguamiento.....	66
6.3 Inventario de fauna.....	66
6.4 Condición y Caracterización hidrográfica del área de estudio.....	67
6.5 Caracterización social general.....	68
6.6. Caracterización de la zona afectada.....	69
7. Desglose y descripción de las actividades ejecutadas para el saneamiento o control de la plaga según etapa.....	72
7.1. Pre saneamiento.....	72
7.2. Saneamiento.....	73
7.3. Post Saneamiento.....	74
1. Descripción de la Ruta Operativa del Saneamiento.....	75
2. Método de control evaluado.....	76
10. Descripción y valoración de los impactos según la actividad ejecutada, el medio principal involucrado y los criterios planteados .ver matriz anexo 9.....	77
10.1. Actividad 01. Construcción y/o Reparación de Caminos y Patios de Acopio....	77

10.2 Actividad 02. Inventario forestal.	79
10.3 Actividad 03. Tala, troceo y desrame de árboles (tala de saneamiento)	80
10.4 Troceo y Desrame.	83
10.5 Actividad 04. Descortezado y aplicación de insecticidas.	88
10.6 Actividad 05. Quema en manchones.	89
10.7 Actividad 06. Arrastre de Trosas.	92
10.8 Actividad 07. Limpieza general o finiquito.	92
10.9 Actividad 08. Cercado y Rotulación.	93
VII. CONCLUSIONES.	96
VIII. RECOMENDACIONES.	101
IX. BIBLIOGRAFÍA.	106
X. ANEXOS.	108

ÍNDICE DE FOTOS E IMÁGENES.

	Nº Pág
01. Afectación en Viveros por <i>Damping off</i>	10
02. Afectación por <i>Cronartium conigenum</i>	13
03. Afectación por <i>Cronartium conigenum</i> en tallo.....	14
04. Insecto <i>Dendroctonus frontalis</i>	18
05. Insecto <i>Ips grandicollis</i>	25
06. <i>Ips</i> vista frontal.....	25
07. Método Cortar y Aprovechar.....	34
08. Método franja de Contención.....	34
09. Método Tumbiar y Descortezar.....	35
10. Método Derribo y Abandono.....	36
11. Método Apilar y Quemar.....	37
12. Método Químico.....	38
13. Ataque por Hongos de la madera <i>C.ophiostoma</i>	46
14. Ataque por hongos.....	46
15. Insecto Escarabajo Ambrosía.....	49
16. Los Zompopos.....	50
17. Mapa de la reserva Natural Tomabú.....	53
18. Fase tres ataque del gorgojo <i>Dendroctonus frontalis</i>	71
19. Flujograma de etapas y procesos en la ejecución del plan de saneamiento.....	75
20. Actividad silvicultural sin protección personal.....	84

ÍNDICE DE CUADROS.

Nº Pág.

01.	Síntomas Asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol.....	23
02.	Síntomas asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol.....	28
03.	Umbrales de daño por <i>Dendroctonus frontalis</i>	29
04.	Métodos de control recomendados para el control de descortezadores.....	33
05.	Listado de insecticidas autorizados.....	40
06.	Listado de Materiales y Equipos.....	59
07.	Criterios de evaluación.....	59
08.	Valoración cualitativa y cuantitativa de las ponderaciones.....	62

INDICE DE TABLAS.**N° Pág**

01.	Inventario forestal área núcleo.....	63
02.	Inventario forestal área amortiguamiento.....	66
03.	Inventario de mamíferos.....	66
04.	Inventario de aves.....	66
05.	Inventario reptiles y anfibios.....	66
06.	Inventario de insectos y otros.....	66
07.	Valores límites de las vibraciones.....	86
08.	Valores limites según frecuencia y duración.....	86
09.	Resultados de exposición a vibraciones.....	86
10	Resumen de alteraciones según actividad, medio y criterio.....	94

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo aborda la evaluación de acciones y procesos ejecutados antes, durante y después del plan de saneamiento desarrollado para el control de la plaga del gorgojo de los pinos *Dendroctonus* e *Ips* sp en los bosques de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlecht. Subsp *oocarpa* de la Reserva Natural Tomabú en el periodo 2016 - 2018.

En este se determina y describe en orden lógico cada una de las actividades ejecutadas, así como, la naturaleza, tipo y magnitud de impacto acaecido en los principales entes del medio impactado; considerando para ello, criterios y valoraciones técnicas, científicas y jurídicas ambientales establecidas.

La valoración de tales actividades, permite consolidar los objetivos del plan de saneamiento en el contexto de la gestión integral de la plaga y el ecosistema mismo, dado que, las alteraciones o deficiencias derivadas directa e indirectamente del plan puedan en operaciones similares ser evitadas, mitigadas o mejoradas mediante ajustes técnicos, oportunos y eficientes.

En la práctica ello se constituye en una acción relevante en el proceso de protección y preservación de los ya frágiles y amenazados ecosistemas de pino de nuestro país, los cuales aportan magnos y vitales beneficios ecológicos, económicos y ambientales a la nación y que de no ser protegidos y manejados de manera eficiente podrían desaparecer.

Los aportes aquí citados, surgen; no solo de la evaluación cualitativa y cuantitativa de las actividades y alteraciones encontradas o acaecidas, sino que, también del concurso espontáneo de los propietarios de bosque y regentes forestales involucrados en el manejo y protección de los pinares.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar las acciones de prevención y control prescritas para el manejo de la plaga del gorgojo de los pinos *Dendroctonus* e *Ips* sp en los bosques de *Pinus oocarpa* de la reserva natural Tomabú en el periodo 2016 - 2018.

2.2 Específicos

1. Caracterizar el entorno biótico, abiótico y social de la reserva natural Tomabú en el contexto de las afectaciones del gorgojo *Dendroctonus* e *Ips* sp.
2. Determinar las características, magnitudes y tipos de impactos ambientales derivados de las actividades de prevención, control y manejo de la plaga del *Dendroctonus* e *Ips* sp en el ecosistemas de *Pinus oocarpa* de la reserva natural Tomabú.
3. Evaluar el impacto y la efectividad de cada una de las acciones derivadas de la prevención, control y manejo de la plaga del gorgojo *Dendroctonus* e *Ips* sp en los principales componentes del medio biótico y abiótico de la reserva natural Tomabú,
4. Monitorear el cumplimiento del marco jurídico ambiental y laboral establecido para la gestión silvicultural y ambiental en la aplicación del plan de saneamiento y control de la plaga del gorgojo, ejecutado en pro de restaurar y/o mitigar cada una de las alteraciones acaecidas en el proceso.

III. MARCO TEÓRICO

Según el inventario nacional forestal INF (2007-2008), la extensión boscosa del país, hasta esta fecha, se estimaba en 25.0 % del territorio nacional, aproximadamente 3, 254,145 ha, de las cuales, el 98 %, unas 3, 180,466 ha son bosque natural y sólo el 2 % (73,679 ha) corresponde a plantaciones forestales. De este total general citado; apenas el 12% (374,739) ha corresponde a bosques de estructura homogénea es decir bosques estrictamente de *Pinus* y 16,789 has (0.5%) constituido por bosque mixto o heterogéneo.

El mismo informe, señala al *Pinus*, como una de las especies más comercializadas del país, siendo esta particularidad o condición, más el incremento de plagas como la del gorgojo de los pinos (*Dendroctonus* e *Ips* sp), los incendios forestales y el cambio de uso de suelo; los principales factores de degradación de estos ecosistemas, y la razón fundamental para constituirlos en uno de los ecosistemas más vulnerables y amenazados de nuestro país; y uno de los de mayor importancia.

3.1. Taxonomía y Caracterización de los pinos.

Atendiendo el sistema de clasificación taxonómica de las gimnospermas¹ (gymnospermae)² vivientes de Kubitzki (1990) y Christenhusz et al. (2011) el pino (del latín *Pinus*) está dentro de la:

División	Pinophyta
Subdivisión	Coniferophytina o Pinophytina.
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Pinaceae
Género	<i>Pinus</i> .

¹ Denominación coloquial empleada por John Ray 1703. Estas son plantas vasculares espermatofitas es decir productoras de semillas. El nombre proviene del griego γυμνός 'desnudo', y σπέρμα 'semilla'; es decir, 'semilla desnuda'.

² Denominación taxonómica dada por Lindley 1830, Bentham & Hooker 1883.

El orden F. Pinales, es el único orden con representantes vivos de la clase Pinopsida, está representado por una sola familia, la familia n°.7; las Pinaceae, con 11 géneros y 225 especies. Los géneros más representados son *Pinus* (110 especies), *Abies* (40 especies), *Picea* (40 especies), *Larix* (10 especies), *Tsuga* (10 especies) y *Pseudotsuga* (con unas 5 especies). El grupo está formado por árboles o arbustos leñosos de hojas endurecidas.

3.2. Ecología y distribución del género *Pinus*.

En términos de biodiversidad la mayoría se encuentra en China, pero la máxima biomasa de representantes de este orden se encuentra en los bosques boreales del hemisferio norte, donde unas pocas especies cubren millones de kilómetros cuadrados; así mismo se dice que en breve el orden podría ser dividido en tres órdenes, <https://www.taxateca.com/ordenpinales.html>

La mayoría de especies del género *Pinus*, son nativas del hemisferio norte, salvo una, el *Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese (1845); que se encuentra en el hemisferio sur en la isla de Sumatra.

En el continente americano, se distribuyen de manera natural desde los 66°N al este de Canadá con el *Pinus banksiana* (pino de Jack) hasta los 12° 13' N en Nicaragua con el *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (pino caribeño) justo al norte de Bluefields, mientras que *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlecht culmina su diseminación natural continental (norte - sur) entre los departamento de Matagalpa y Managua justo en el cerro Güisisil, sierras de Totumbla a 1,120 msnm; siendo su génesis según Lamprecht (1990) a 28° N en el noreste de México.

Vale señalar, que en el 2015, el instituto nacional forestal INAFOR; reportó la existencia de 380 has de bosques de pino, en Güisisil y las señalo como último reducto o eslabón del género en América, propósito de la afectación por gorgojos de los pinos que sufría en este momento; adjudicándole además, serias condiciones de degradación por deficiencias silviculturales.

En términos ecológicos y/o de adaptabilidad (plasticidad ecológica) el número de especies en este género, mengua de norte a sur, de ahí que, de las 110 diez especies reportadas en éste, solo cuatro se registran oficialmente en Nicaragua.

3.3. Especies de Pino reportadas en Nicaragua.

- *Pinus caribaea*. Morelet var *Hondurensis* (Sénéclauze) W.H.Barrett & Golfari
- *Pinus maximinoi*. H.E.Moore.
- *Pinus oocarpa*. Schiede ex Schlecht. Subsp. *oocarpa*
- *Pinus patula*. Schiede & Deppe subsp. *Tecunumanii* (Eguiluz & Perry) (Styles & McCarter 1988 y Salas 1993).

De estas cuatro especies; el *Pinus oocarpa* representa la especie de interés, dado que, es la especie afectada por el gorgojo de los pinos; el *Dendroctonus* sp e *Ips* sp en la reserva natural Tomabú.

3.4. Ecología y distribución de *Pinus oocarpa* en Nicaragua.

Styles (1994) señaló que en Nicaragua se lo encuentra ocupando rangos altitudinales de 700 a 1,330 msnm en los departamentos de Nueva Segovia, Madriz, Estelí, León, Jinotega y Chinandega; restringiéndose a los sitios más pobres y secos, con precipitaciones medias anuales entre (800 -1200) mm. CATIE y OFI (2014) señalan alturas óptimas de crecimiento entre 600 a 1800 msnm.

En Guatemala y sur de México se reportan casos excepcionales, en los que se encuentra a 250 y 500 msnm. Denevan (1961), de las especies de pinos que crecen en Centroamérica, el *Pinus oocarpa* es la que tolera menos precipitación y mayores lapsos de sequía (Paiz, 1994).

En su ambiente natural, las temperaturas promedios de estos ecosistemas suele estar entre 13 y 23°C, precipitaciones de 650-2000 mm, con una época seca de 5-6 meses. Ocasionalmente se le encuentra en áreas donde la precipitación alcanza los 3000mm promedio año. Es una especie pionera, que se adapta a diferentes tipos de suelo, erosionados e infértiles, delgados, arenosos, pedregosos y accidentados, de ácidos a neutros con pH entre 4.5 y 6.8, pero con buen drenaje. Alcanza su mejor

desarrollo en suelos profundos donde la precipitación anual supera los 1200 mm (Stevens, et al., 2001).

La especie parece estar asociada a la ocurrencia de fuegos, que aparentemente ayudan a su establecimiento exitoso. Sin embargo, si la frecuencia es demasiado alta (tal y como sucede hoy en día) la regeneración y futura productividad de los pinares se ve amenazada.

En las reservas naturales Tomabú y Tisey la Estanzuela, se lo encuentra a más de 1,400 msnm. De acuerdo con El CATIE, OFI (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Instituto Forestal de Oxford), (2014) puede encontrárselo formando rodales puros o mezclados. En la reserva natural Tomabú, presenta estructuras homogéneas (puras) en el área núcleo y heterogéneas (mixtas) en la zona alta del área de amortiguamiento (> 900 msnm) asociándose principalmente con fagáceas *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham y en menor grado con *Quercus oocarpa* Liebm. 1854 y otras sp arbóreas propias del bosque seco tropical.

Respecto al turno y crecimiento, éstos reportan tasas de crecimiento de *Pinus oocarpa* en rodales naturales de 3-4 m³/ha/año. En sitios muy secos o con suelos muy pobres y/o elevaciones menores a 900 msnm, apenas alcanza alturas de 10 a 15 m, y por lo general los árboles son malformados con tasa de crecimiento cercana a 1 m³/ha/año.

Como exótica, la especie ha mostrado un incremento medio anual IMA en altura de 1.5 m en los primeros diez años, y aumentos de 10-18 m³/ha/año, con turnos de rotación comercial entre 23 y 30 años (CATIE y OFI 2014). En tal sentido, Aguilera (2006), encontró índices de crecimiento en altura vs edad ($I_s = -0.0816x^2 + 7.4884x - 135.5$) con $R^2 = 0.86$ derivados de análisis fustal ejecutados en la parte alta, media y baja de la reserva.

3.5. Fisonomía *Pinus oocarpa*.

Árbol normalmente de hasta 36m de altura, algunas veces alcanzando los 48m con un dap de 50-65 cm. **Copa** cónica pero irregular, **Corteza** áspera, café oscura o negruzca; profundamente fisurada,

descascarándose en plaquetas gruesa, elongadas e irregulares; anaranjado rojizo en las fisuras. **Follaje** verde oscuro, erecto o esparcido, tosco y grueso con 5 acículas por fascículos (raramente 6) de 12-28 cm de longitud. **Conos** ampliamente ovoides 10.0 cm de largo x 4.0 – 7.5 cm de ancho café mate; nacen en pedúnculo rígidos de hasta 3.0 cm de longitud; escamas gruesas, planas (Styles 1990).

Lamprecht (1990) reporta alturas hasta de 35m (normalmente de 20 a 30m), Dap³ de hasta 100cm (40-70cm) y agrega que los conos pueden aparecer individuales o en grupos de hasta tres con un periodo de maduración de 18 a 22 meses. Denevan (1961) y Zamora (1981) describen a *Pinus oocarpa* como una especie serótina⁴ (Paiz 1990).

Las **semillas** son ortodoxas y pueden almacenarse por 5-10 años a 3-4°C y humedad del 6-9% en recipientes herméticos. Un kilogramo contiene típicamente entre 41,000 y 65,000 semillas. Wilkinson, (1983) encontró que un *Pinus oocarpa* de 0.1 m² de área basal (gm²/árbol) y 36 cm de diámetro produce 29 a 36 semillas llenas o viables por cono y 112 conos viables por árbol, para un total de 3,248 semillas viables por árbol; aproximadamente 0.25 a 0.50 kg de semillas por árbol (Ferreira, 1998).

Estas son de forma triangular, pequeñas (4-7 mm de longitud), color café oscuro, con una ala membranosa color café de 10 -12 mm de largo; que le facilita la dispersión natural por el viento, de ahí que su forma de diseminación es anemocoria. Por ser una gimnosperma del Gr γυμνός, 'desnudo', y σπέρμα, 'semilla'; es decir, semilla desnuda; éstas (las semillas) no se forman en un ovario cerrado o pistilo en uno o más carpelos para dar paso a la formación de un fruto, sino que están desnudas o adheridas a las brácteas de lo que coloquialmente llamamos fruto, cono o piña; pero que no lo es, ya que los frutos se forman a partir de las paredes de un ovario. Las gimnospermas son un filo de plantas

³ Dap se refiere al diámetro a la altura del pecho.

⁴ frutos o piñas que permanecen en el árbol cerradas durante uno o más años, hasta que temperaturas muy elevadas (p.e. un incendio) provocan su apertura y la diseminación de las semillas, que son normalmente germinables. <http://diccionario.raing.es/es/lema/ser%C3%B3tino>.

fanerógamas o espermoditas, que tienen el óvulo desnudo, es decir sin proteger el interior de un ovario; por lo tanto, no tienen frutos (<http://www.duiops.net.2009>).

La semilla es una combinación de dos generaciones esporofíticas diploides (una es la cubierta seminal más los restos de la nucela, y la otra es el embrión) y una generación gametofítica haploide, el endosperma primario, tejido nutritivo o alimenticio.

El ciclo completo dura normalmente dos años, cuando las semillas caen de los conos. Las escamas ovulíferas se han vuelto leñosas y se abren, y las semillas son transportadas por el viento gracias a que el tegumento presenta un ala, formada por una porción adelgazada de la escama ovulífera. <http://www.biologia.edu.ar/botanica/>.

La **germinación**, es epigea; y se inicia a los siete días después de la siembra, con porcentajes de germinación superiores a 80%. Aunque las semillas no requieren tratamientos pre- germinativos, se pueden sumergir en agua a temperatura ambiente por 12-24 horas antes de la siembra para acelerar la germinación.

El repique suele hacerse una vez considerado el tiempo prudente de germinación, el sustrato empleado en el llenado de bolsas, casi siempre es inoculado con micorriza para obtener mayores índices de vigorosidad y crecimiento inicial, salvo que se utilice sustrato propio del bosque de coníferas.

Flores, las gimnospermas son plantas monoicas, es decir, cada planta posee simultáneamente los dos sexos, con flores o esporofitos masculinos y femeninas distintas o unisexuales. Wolffsohn (1984) encontró que las flores hembras crecen en las ramas más viejas, por eso se las encuentra en la parte inferior de la copa; aunque las flores masculinas suelen crecer en estas mismas ramas, la mayoría se presenta en la parte superior de la copa. Como toda gimnosperma las flores son en realidad inflorescencias que no dan lugar a un fruto.

Los conos femeninos son de mayor tamaño y complejidad que los portadores de polen. Están formados por brácteas dispuestas en espiral alrededor de un eje, formando una inflorescencia llamada

estróbilo. En la axila de cada bráctea estéril se encuentra una flor femenina constituida solamente por el carpelo que recibe el nombre de escama ovulífera.

<http://www.biologia.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/pino/paginas/pino/ciclo%20pino.htm>.

Las flores femeninas no tienen cáliz ni corola; sólo tienen una bráctea, una escama y dos óvulos. Estas flores se agrupan alrededor de un eje floral y dan lugar a una inflorescencia denominada cono femenino o piña. El óvulo contiene al final de su desarrollo un saco embrionario con dos arquegonios que contienen dos oosferas o gametos femeninos cada uno.

Las flores masculinas o (conos portadores de polen), de 1-2 cm, están formadas por numerosos estambres o microsporofilos, dispuestos en espiral alrededor de un eje. Están constituidas por una escama y dos sacos polínicos o microsporangios. En los sacos polínicos se forman las células madre que dan lugar a los granos de polen, en cuyo interior hay dos anterozoides o gametos masculinos.

Para favorecer la polinización, los granos de polen tienen dos sacos aéreos que favorecen su llegada hasta la flor femenina. El proceso de formación de la semilla es muy lento, pues el grano de polen tarda un año en germinar, y tarda otro año en completarse la formación del piñón, que es la semilla de las coníferas. (<https://www.duiops.net>. 2009).

3.6 Afectaciones al género *Pinus* en Nicaragua.

De las especies forestales de mayor interés económico en Nicaragua, el género *Pinus*, es y ha sido una de las especies más diezmadas, y por ende, amenazadas y vulnerables del país.

Las afectaciones biofísicas a éste género han sido derivadas de dos grandes causales, una meramente antrópica que la constituyen las talas excesivas con fines industriales (madera) y/o ganaderos (cambio de uso de suelo); misma que suele acompañarse de incendios y ganadería extensiva caracterizada por el sobrepastoreo.

La otra causal, suele clasificarse o concebirse como natural, aunque podría ser una consecuencia de la alteración ecosistémica que el hombre provoca con sus actividades. En esta causal sobresalen las

plagas y enfermedades, citando como plaga relevante a los gorgojos de los pinos; en Nicaragua



Andrej Kunca, D.off por *fusarium* sp.

mayoritariamente representada por los géneros *Dendroctonus* e *Ips* sp y en menor grado por los Zompopos, *Atta cephalotes* Linnaeus; que ataca a la regeneración natural y plantaciones principalmente. Las afectaciones por enfermedades en el pino suelen ser de etiologías fungosa, presentándose ocasionalmente daños menores por *Damping off* en vivero; o bien daños por royas tanto en plantaciones como en bosques naturales abiertos, sobresaliendo

en éstas las afectaciones por *Cronartium conigenun* (Aguilera, 2005).

3.6.1. Afectaciones o daños por patógenos fúngicos en viveros.

La afectación típica y mayormente documentada en sistemas de producción de plántulas (vivero) es el mal de talluelo o *Damping off*, término utilizado para referirse a la enfermedad que sucede en plántulas o semillas expuestas a sustratos y aguas infectadas, ya sea por el concurso de uno de varios géneros de hongos; que en sinergia (abiótica) con ambientes húmedos (mal iluminados, drenados y ventilados) y suelos cargados de humus o biomasa en descomposición, logran fundamentalmente podrir semillas y raíces, tejidos basales o hipocótilo en las plántulas. El daño en este último se caracteriza por ceñir o secar la base de la plántula.

– Etiología (agente causal)

Gómez, (1976) el mal del talluelo es causado por hongos que viven saprofiticamente en la capa superior del suelo, más de 30 géneros de hongos han sido asociados como agentes causales, siendo los más comunes algunas especies de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Cylindrocladium* y *Pestalotia* (Ruíz y Melgar 2000).

En cambio Baker (1957) y Peterson (1974) señalan que son cuatro los géneros de hongos (*Pythium* sp, *Fusarium* sp, *Phytophthora* sp y *Rhizoctonia* sp) los que “están siendo encontrados” en viveros

que producen plantas en contenedor; no obstante, una revisión de literatura revela que solamente *Fusarium sp* ha sido en realidad implicado como causa de chupadera (*Damping off*) en plantas de coníferas en contenedores (Landis 1976).

En el mismo contexto, Ruíz y Melgar, (2000) ratifican que el género *Fusarium* es el agente causal de mal de talluelo más frecuentemente encontrado en el sustrato, en la semilla y en las plántulas de vivero.

Rhizoctonia solani, J.G.Kühn 1858 agente de podredumbre, muy polifágica, puede propagarse rápidamente a una temperatura de 20°C. Se localiza en las capas superiores del suelo donde puede conservarse varios años, en principio ataca la planta a nivel del cuello o base. El ataque progresa rápidamente hacia el bulbo y el sistema radicular. *Rhizoctonia* y *Pythium* provocan pérdidas muy parecidas. En la práctica, es muy difícil atribuir cuál de los dos es el causante de las pérdidas. www.cyclamen.com. (sf).

OIRSA (2003) señala que *Pythium sp*, es capaz de parasitar muchas plantas superiores causar ahogamiento de plántulas (*Damping off*) y pudrición de raíces.

Las especies de *Pythium* se encuentran distribuidas en casi todos los suelos y fuentes de agua dulce alrededor de todo el mundo. Se encuentran también como parásitos débiles infectando las raíces fibrosas de muchas plantas.

El hongo prolifera en suelos húmedos, encharcados, y durante el invierno; períodos de temperaturas superiores a los 30°C y altas humedades relativas favorecen el desarrollo de las infecciones y del patógeno.

La infección del tallo, inicia cuando el micelio del hongo penetra directamente las células epidérmicas de éste, a nivel de la superficie del suelo, consumiendo todo o parte del tejido; al destruir las paredes celulares ocasiona lesiones tipo cáncer y la caída de las plántulas.

La afectación de *Damping* puede ser del tipo **pre emergente** y/o **post emergente**; el primero afecta semillas, y semillas en germinación antes de que se dé la emergencia, el segundo afecta plántulas jóvenes antes de que sus tallos se lignifiquen, ver imagen 01.

– **Epidemiología**

El hongo tiene un alto potencial patogénico de parasitismo facultativo, ya que puede multiplicarse a expensas de materia orgánica en descomposición, sobrevive en forma de oosporas que toleran altas o bajas temperaturas.

Las oosporas y esporangios, requieren de un período de latencia antes de germinar, la temperatura es el principal factor; arriba de 18°C favorecen la germinación de tubos germinales, mientras que las temperaturas entre 10-18°C inducen la germinación de zoosporas, esta es una espora asexual mótil provista de flagelos para locomoción; producida dentro de esporangios propios de algunos hongos y algas, para propagarse.

El hongo prolifera en suelos húmedos, encharcados y durante el invierno, períodos de temperaturas superiores a los 30°C y altas humedades relativas favorecen el desarrollo de las infecciones y del patógeno. <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1729>. (sf)

– **Cuando se produce el *Damping off*.**

No existe un período definido para el ataque de este tipo de hongos, puede darse durante cualquier época del año y sobre cualquier especie. Ciertamente existen determinados factores que pueden favorecer su aparición, como el hecho de establecer un cultivo con densidad de plantación excesiva, la presencia de suelo muy compacto o alcalino, el uso de abonos orgánicos, y la utilización de herramientas infectadas que no han sido esterilizadas con anterioridad. (Torres y Mundi-Prensa, 1993).

3.6.2 Afectación fúngica en bosque.

Siguiendo con los vectores fúngicos, el bosque de pino (coníferas) es usualmente afectado por un tipo de hongo (roya), el *Cronartium conigenum* Fr, del orden Pucciniales, Familia Cronarteaceae. Este tipo de roya, considerada así por los micólogos, logra provocar hipertrofia o crecimiento exagerado en los conos, (estróbilo o piña) y la esterilidad de los mismos; lo que conlleva a la disminución en la producción de semilla y obviamente en las tasas de regeneración. Los conos afectados por roya se presentan cubiertos de conspicuas esporas⁵ de color amarillo anaranjado de textura farinácea que las vuelve fácilmente diseminables por el viento (Aguilera, 2005).



Imagen de Jaime Enrique Arenas.
http://www.naturalista.mx/taxa/334455-Cronartium-conigenum/browse_photos

En ocasiones suele encontrarse hasta en el tallo de plantas pequeñas. A diferencia de otras clases de organismos fitopatógenos, que por lo general

tienden a atacar plantas débiles y bajo condiciones de estrés, las royas parasitan tejidos jóvenes de plantas vigorosas (Zuluaga, Buriticá y Marín 2008).

Geils (2003) sostiene, que en ramas y tallos, se forman agallas, principalmente en pinos jóvenes; dichas agallas, pueden extenderse de 5 a 12 cm por año y con frecuencia cubren el tallo o la rama ocasionando la muerte, la infección en plántulas puede ocasionar la muerte en 4 años (García 2009). El agente causal, de la roya en ramas es *Cronartium quercum*, Hedge & Hunt (Vásquez 2006).

⁵ Los uredinales presentan uno de los ciclos de vida más complejos que se conozcan dentro del reino Fungi, estos pueden tener hasta cinco estados esporicos que se designan como: espermogonio (O), aecio (I), uredo (II), telio (III) y basidio (Zuluaga, Buriticá y Marín 2008).

Zuluaga, Buritica y Marín (2008) Los hongos-roya (Uredinales, Basidiomycetes) representan uno de los grupos de microorganismos fitoparásitos más diversos y con mayor importancia económica mundial en la producción agrícola y forestal. Se caracterizan por ser patógenos obligados y por presentar una estrecha coevolución con sus hospedantes vegetales. Los uredinales son conocidos como royas por la inducción



Cronartium sp en *Quercus oocarpa* Aguilera 2009, *Cronartium* sp en *Pinus* (CATIE 1991)

de pústulas que contienen esporas con apariencia de un polvillo herrumbroso sobre los tejidos de sus hospederos; sin embargo, las royas también pueden causar en sus hospedantes algunas hipertrofias e hiperplasias, escobas de bruja, malformaciones de tejidos y formación de pseudoflores.

García (2009), las plántulas mueren al cabo de 1 a 4 años, mientras que los jóvenes infectados se ramifican excesivamente durante cierto tiempo y muestran crecimiento exuberante. Se observa la presencia de troncos deformados, canchales profundos que se rompen fácilmente con viento fuerte. Geils (2003), reporta la aparición de hiperplasia e hipertrofia y formación de agallas en troncos y tallos. Los conos jóvenes infectados no producen semillas afectando la regeneración natural y artificial

Martínez y Melgar (1999), la roya de los pinos, es causada por hongos basidiomicetos del orden uredinales; causa en la población de pinos severos daños en sus partes vegetativas y reproductivas como lo son ramas, conos y tallos y por ende en la madera.

Varias especies de hongos de los géneros *Cronartium*, *Endocronartium*, *Melampsora* y *Coleosporium* entre otras son responsables por un número de enfermedades conocidas como royas que causan severos daños en especies forestales especialmente en el pino, que es el hospedero de mayor importancia económica y del cual se ha reportado mayor daño. Algunas de estas royas tienen como

hospedero no solo al pino, sino también el roble (*Quercus sp*) y otras especies silvestres, pero los daños encontrados en estas especies son mucho menores.

Torrez (1993), en Honduras según Evans, (1982) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-ROCAP, 1991), el agente causal de la roya del pino es *Cronartium conigenun* (Pat) Hedge & Hunt, y perjudica en su mayoría a los conos, reduciendo enormemente la producción de semilla, afectando también el proceso de regeneración natural y artificial y causa daños adicionales económicamente importantes en el medio, dado que los árboles infectados se tornan aún más susceptibles a los hongos causantes de otros problemas como la mancha azul de la madera (Martínez y Melgar, 1999).

Sutherland et al (1987), el *Cronartium conigenun* es heterocigoto y de ciclo completo; afecta al pino y también al roble, se piensa que los conos pueden ser infectados bianualmente. Su forma de diseminación más común es por el viento y la lluvia, tiene un gran rango de distribución; desde México hasta Centro América en pinos y robles. Su importancia es que destruye conos y semillas reduciendo la regeneración (Martínez y Melgar, 1999).

Vásquez et al (2006), la roya de tronco y ramas (*Cronartium. quercum* (Berk y Mide) se encuentra distribuida en USA, Canadá y Asia, donde ataca a varias especies de pino de madera dura y hoja corta y tiene como hospedante primario al encino negro (Romero,1988). En Michoacán se ha identificado en 7 pinos hospedantes distribuidos en 11 municipios; el síntoma principal es una tumoración o hipertrofia del tejido en las ramas o fuste; cuando la infección se encuentra en las partes altas del árbol y en la rama principal existe un estrangulamiento que puede ocasionar la muerte descendente; en los meses de junio y julio, los tumores se agrietan y liberan esporas de un color amarillo intenso. El hospedante primario lo constituyen algunas especies del género *Quercus* (Vásquez et al, 2000).

3.6.3 Afectación por insectos descortezadores.

Los descortezadores del pino son insectos del orden coleóptera y familia Scolytidae, estos se caracterizan por presentar un par de alas modificadas; las primeras extremadamente rígidas (esclerotizadas) denominadas élitros y que tienen por función principal proteger al insecto y un segundo par de alas membranosas internas que utiliza para vuelos usualmente cortos, son insectos de tamaño pequeño a mediano de 3 a 9 mm de longitud, las antenas son cortas, geniculadas y terminadas en mazo. Se reconocen por presentar una larga espina en el ápice de la tibia anterior. Su coloración varía del negro al café (Nunes y Dávila 2004).

La familia contiene dos grupos: descortezadores (Scolytinae) que comen adentro de la corteza de los árboles y ambrosianos (Hylesininae) que perforan adentro de la madera y comen un hongo ambrosiano que ellos siembran. Los scolytinae se reconocen por presentar una espina larga en el ápice de la tibia anterior. Algunas especies son plagas serias en pinares. <http://www.bionica.info/ento/coleo/scolytidae.htm>

Los escarabajos descortezadores⁶ de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* son los insectos más destructivos en los pinares de Norteamérica y América Central. Estos insectos atacan y matan los árboles en forma individual, en pequeños grupos (brotes) o en infestaciones grandes de cientos de hectáreas (Billing, Flores y Scott; 1996).

Maes y Martínez (1988). A escala mundial existen reportados 19 especies de *Dendroctonus*, de las cuales cuatro aparecen en el catálogo de los *Scolitidae* y *Platypodidae* de Nicaragua siendo ellas: *D. adjunctus*, *D. frontalis*, *D. mexicanus* y *D. parallelocolis* (Sediles y Álvarez, 2001).

Hilje et al (1991) señala que en Centro América se ha reportado la presencia de seis especies de *Dendroctonus*, que son: *D. frontalis*, *D. adjunctus*, *D. approximatus*, *D. valens*, *D. parallelocolis* y *D. vitei*; todos atacando árboles de pino (Landaverde 2001).

⁶ Llamados así porque la mayoría de ellos hacen túneles en el interior de la corteza de los árboles (endófitos) es decir, horadan la corteza hasta el cambium y/o la madera de sus hospedantes. Las especies del género *Dendroctonus*, tanto en su fase larval como en la adulta son flocófagos; es decir se alimentan de corteza y/o tejido succulento del floema (Landaverde 2001)

En términos específicos Billing y Espino (1996), señalan que existen dos géneros totalmente asociados con los brotes de descortezadores ocurridos en Nicaragua siendo estos *Dendroctonus* e *Ips* sp. En cuanto a especies en particular, el INAFOR (2002) cita a *Dendroctonus frontalis* Zimm, *D. approximatus* y *Dendroctonus valens* (Palma y Morazán 2005); la especie *approximatus* es considerada plaga secundaria, puesto que no matan a sus hospederos (Vásquez et al 2006).

Estudios de Jiménez *et al* (2005) reportan en Dipilto y Jícaro un par de géneros más; el *Xyleborus* sp y *Cossonus* sp. Por su parte Yates III (1972), reporta a *Dendroctonus frontalis* asociado con dos especies de *Ips* (Landaverde 2001). De este género, las especies reportadas en Nicaragua son *Ips calligraphus* (Germar), *Ips cribricollis* (Eichhoff) e *Ips grandicollis* (Eichhoff) (Nunes y Dávila, 2004).

Siempre en Nicaragua, Maez (1992), reporta algunos insectos colectados en *Pinus oocarpa* en el noreste del país; entre éstos, *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus parallellocollis* como descortezadores primarios (Landaverde 2001).

En la reserva natural Tomabú los géneros *Dendroctonus* e *Ips* sp han sido los más reportados y perjudiciales, a continuación su información biológica y taxonómica.

3.6.3.1 Género *Dendroctonus*.

Según el Integrated Taxonomic Information System ITIS, estos gorgojos se los clasifica en el:

Orden	Coleoptera Linnaeus, 1758
Sub orden	Polyphaga Emery, 1886
Familia	Curculionidae Latreille, 1802
Subfamilia	Scolytinae Latreille, 1804
Género	<i>Dendroctonus</i> Erichson, 1836
Especies	<i>frontalis</i> Zimmermann, 1868

– **Morfología general.**

Los representantes del género *Dendroctonus* se caracterizan por presentar la frente convexa y a menudo con tubérculos. Los ojos son ovales y las antenas son geniculadas, el funículo está formado por cinco segmentos y termina en una maza abrupta de tres segmentos aplanada y subcircular marcada por setas. La cabeza es visible en vista dorsal y el pronotum es más ancho que largo (CABI y EPPO 1997; Nunes y Dávila, 2004).

CABI y EPPO (1997) La cabeza es visible de arriba y no se prolonga en un rostro o pico distintivo, es algo más estrecha que el pronoto y con las partes bucales dirigidas hacia abajo los ojos son planos usualmente elongados y enteros

(Landaverde, 2001).

***Dendroctonus frontalis* Zimmerman.**

Landaverde (2001) conocido como escarabajo sureño del pino o escarabajo del pino del sur. Es el más destructivo de las especies de descortezadores, mide de 2.2 a 4.2 mm de largo; con promedio de



,2.8mm. Nunes y Dávila, (2004) color café oscuro, casi negro, aunque los preadultos son café claro, frente convexa, con dos elevaciones laterales en su porción media, justo por debajo del nivel superior de los ojos, que están separados por un surco.

El pronotum presenta la superficie lisa, con puntuaciones laterales poco abundantes y poco profundas. Declive elital con pendiente moderada; setas abundantes de dos clases de tamaño. La larvas de *Dendroctonus* son blancas a blanco cremosas, apodas (sin patas), subcilíndricas, tienen forma de C, con la cabeza ligeramente esclerotizada y un aparato bucal bien desarrollado. Las larvas no cambian de forma durante su desarrollo y pasan por cuatro estadios larvales; madura mide de 5-7mm de longitud (Landaverde 2001).

Por sus hábitos alimenticios, a las especies del género *Dendroctonus* tanto en su etapa larval como adulta se las considera flocófagas puesto que se alimentan de corteza. Landaverde (2001); no obstante es preciso remarcar que es muy poca la información que sustenta tal aseveración. En términos generales a los insectos o animales que se alimentan de madera se los llama xilófagos del griego xylon madera y fáguein comer.

Farrel et al (2001) reportan a la subfamilia Scolytidae alimentándose directamente del floema de su huésped, mientras que Platypodinae perfora para cultivar su propio alimento; un hongo ambrosia (Ek del –Val y Sáenz 2017). El hongo frecuentemente juega un papel importante en la vida del escarabajo proveyéndole alimento o acondicionándole la cámara de cría. Esta asociación va desde el encuentro casual hasta el más íntimo mutualismo donde el uno no podría vivir sin el otro.

Típicamente los escarabajos se crían haciendo sistemas de galerías en el floema, xilema, semillas o frutos, los hongos más comunes encontrados y posiblemente involucrados en la asociación mutualista fueron *Ophiostoma*, *Ceratocystis* y sus anamorfos (*Sporotrix*, *Chalara*). También fueron encontrados hongos patógenos como *Metarrhizium*, *Fusarium*, *Nectria*, y *Phomopsis*. Se destaca que una gran proporción de los hongos transportados por estos escarabajos son patógenos de otros hongos, plantas, insectos, y humanos, lo que realza la importancia económica de este grupo.

https://www.ecured.cu/index.php?title=Escarabajo_de_la_ambros%C3%ADa&oldid=1871091

– **Biología y reproducción.**

Landaverde (2001) Las especies de *Dendroctonus frontalis* son monógamas, tienen un periodo pupal de 15-30 días y éstas son del tipo exarata⁷; tiene tres generaciones por año en la parte norte de su rango ecológico y algunas veces más de 5 generaciones por año en Honduras. Carmona (sf) discrepa y sostiene que son especímenes polígamos. Billings y Espino (2005) Las crías del gorgojo (huevos,

⁷ También llamada pupa libre puesto que las distintas partes del cuerpo se reconocen con facilidad y las antenas, piezas bucales, patas y alas se encuentran libres o sueltas. <http://www.bichos.com.ar/index.php?sec=edubichos&id=30>

larvas, pupas y adultos nuevos) se desarrollan dentro de la corteza de pinos infestados. Landaverde (2001) la oviposición comienza siete días después del ataque, ciclo de vida de 4 a 6 semanas (metamorfosis completa u holometábola), al emerger del árbol, los adultos nuevos vuelan en búsqueda de un hospedante nuevo y solamente sobreviven unos pocos días fuera del árbol.

Los huevos son de consistencia suave, lisos, ovales, blancos, transparentes. Los nichos de los huevos están colocados en los lados de las galerías de huevos, alternadamente en el floema, en contacto con el cambium. La hembra deposita un huevo en cada nicho y lo tapa con aserrín que regurgita (Landaverde, 2001).

Al eclosionar, las larvas se alimentan de la capa jugosa de floema⁸, para más tarde penetrar en la corteza externa, donde pasan el estado de pupa, el cual dura de 3 a 5 semanas y al final del cual los nuevos adultos emergen para iniciar otro ataque (Sánchez y Torres 2007). La emergencia de los adultos sucede durante el día. Cibrián (1998) establece que la densidad de adultos emergentes varía de 2 a 42 especímenes por cada 100 cm² de corteza, aunque se han informado densidades de 126 adultos en igual superficie de corteza (10x10cm de corteza) para *Dendroctonus frontalis* específicamente (Landaverde 2001).

– Génesis y forma de afectación.

Coulson (1981) el ataque lo inicia la hembra, normalmente en árboles de más de 10 cm de diámetro. Utilizando una ranura de la corteza, el escarabajo penetra hasta perforar la corteza interna. En esta etapa, la resina del árbol invade la galería como un mecanismo de defensa por lo que la hembra libera feromonas de agregación. Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo hacia el ambiente, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas intervienen en muchas funciones conductuales como comportamiento sexual, oviposición, alarma y defensa, formación de agregaciones, marcar el camino y otro tipo de

⁸ El floema es uno de los dos tejidos conductores nutricios o de crecimiento involucrados en el transporte de fluidos orgánicos (particularmente azúcares). Está compuesto de tubos cribosos o células cribosas mezclados con parénquima y fibras.

comunicación entre insectos sociales (Coulson y Witter, 1990; Billings et al , 1995 y Sánchez y Torres 2007).

Wood 1982; Birch (1984) Los escarabajos descortezadores han desarrollado sistemas de comunicación química, mediada por feromonas que promueven la agregación de individuos, lo que les permite colonizar y evitar (superar) las defensas de sus hospederos. Esta comunicación feromonal la perciben como kairomonal⁹ las especies de enemigos naturales de los descortezadores. (Domínguez, Macías, Ramírez y Cortés 2008).

Landaverde (2001) machos y hembras responden a una combinación de olores procedente de la resina del árbol hospedante y de señales químicas (feromonas de agregación) de los primeros colonizadores, dando como resultado cientos de escarabajos descortezadores infestando (dañando) al árbol simultáneamente.

La feromona de agregación, que libera la hembra adulta, se llama frontalina, la que al combinarse con la sustancia alfa pineno que se encuentra en la resina, provoca la atracción de los demás individuos. (INAFOR, 2002; Palma y Morazán 2005).

La lógica de tal agregación o conglomerado se materializa una vez que la arribada logra horadar significativamente al árbol (huésped) y superar así la resiliencia de éste, es decir la capacidad de autodefensa del árbol que se constituye mediante el vertido inmediato de resina en la lesión provocada por el gorgojo, misma que de no existir simbiosis entre el insecto (gorgojo) y un tipo de hongo con capacidad exponencial de desmontar la defensa del huésped provocando un tipo de pudrición acelerada en el área de incidencia y por ende las condiciones para colonizarlo.

En tal sentido Stanley & Taylor (1972), encontraron que el micangium de la hembra adulta del escarabajo del pino del sur, es un repositorio glandular protorácico que sirve para la propagación, transmisión y diseminación de hongos entre y dentro de las coníferas. La virulencia y los estudios

⁹ Las kairomonas o cairomonas son un tipo de alelomonas, se las define como unos compuestos químicos cuyo efecto beneficia al receptor. Por ejemplo, sustancias emitidas por una presa que atraen al depredador. <https://es.wikipedia.org/wiki/Alelomona>

serológicos llevaron a la conclusión de que el hongo micangial (SJB 133) es una variedad de *Ceratocystis minor* (Hedgc.) J. Hunt, Lloydia 1956; familia de las Ceratocystidaceae. Caracterizados por propiciar el manchado de la madera y pudrición acelerada de la misma, impidiendo así el transporte de savia en la zona del cambium vascular, justo entre la corteza interna y el floema del fuste o rama.

– **Síntomas y daños que ocasiona.**

La afectación biofísica se percibe primeramente a nivel del fuste o tronco, luego se da el descoloramiento de las acículas de verde a amarillento y luego a rojo o marrón. Cada una de estas manifestaciones fue determinada como una fase de ataque por los especialistas.

Billing y Espino (2005), Moore y Allard (2008) los ataques iniciales, se efectúan en primer lugar en los árboles enfermos, sin embargo, el *D. frontalis* es capaz de destruir de igual forma los árboles robustos desde 5 hasta 100 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP o g), sean estos solitarios o en grupos, los árboles más susceptibles son los dañados por incendios, los que secretan abundante resina, así como plantaciones con alta densidad en lugares de baja productividad o bien árboles viejos y debilitados (Landaverde, 2001).

A primera vista, el síntoma de que un árbol ha sido atacado por el gorgojo es el descoloramiento del follaje. Las acículas cambian de color verde a color amarillento y luego a rojo o marrón, presencia de resina o "grumos" en las grietas de la corteza, que indican las entradas de gorgojos padres. (Billings y Espino, 2005).

Al sacar o levantar la corteza de un pino con copa amarillenta o roja, se encuentran galerías en forma de "S" y llenas de aserrín, indicando ataques del *Dendroctonus frontalis*. Si las galerías son en forma de "Y" o "H" y vacías de aserrín, éstas señalan ataques por los escarabajos secundarios del género *Ips* sp (Billings y Espino, 2005).

Por lo general, los escarabajos de *Ips* se encuentran en los mismos árboles atacados por *Dendroctonus frontalis*, ocupando la parte superior del fuste. En el caso de pinos tumbados o trozas, la presencia de aserrín de color café sobre la corteza es otro signo del ataque de *Ips* sp (Billings y Espino 2005). Es

importante reconocer, que los gorgojos del pino del género *Dendroctonus*, solamente atacan árboles en pie. En cambio, los de *Ips sp* prefieren colonizar pinos tumbados o árboles en pie muy debilitados por sequías, resinación severa, fuegos u otros. Ver síntesis de síntomas de ataque o afectación de *Dendroctonus sp* en Anexo 01, cuadro 01.

– **Etapas o fases de daño del *Dendroctonus* según INAFOR.**

Fase 1: Pinos con ataques recientes (dura 5-10 días). Esta se reconoce por la copa verde y presencia de grumos frescos, es decir suaves, blancos, ligeramente rosados, por lo general muy pegajosos al tacto; ocasionalmente con aserrín rojizo. En esta fase la corteza aún se encuentra firme y bien adherida al fuste, la madera mantiene su color característico, excepto cerca de las galerías donde se torna café.

Fase 2: Pinos con crías de *Dendroctonus frontalis* (dura 25-35 días). En esta etapa se observa la copa amarillenta con grumos blancos, cremosos ya endurecidos. La coloración de la copa varía mucho en esta fase, por lo que no es un buen indicador de la misma; la corteza es fácilmente desprendible, dado que no hay fluidos (savia) que la unan al fuste, la madera esta seca y adquiere un color café claro, puede tornarse café oscuro con secciones azules o negras por causa de los hongos y se encuentran hoyos de salida.

Fase 3: Pinos muertos y abandonados por el gorgojo. Aquí el árbol suele exhibir la copa roja o marrón, las acículas han comenzado a caer, se encuentran muchos orificios pequeños de salida, la corteza esta suelta y fácil de desprender.

Orellana (2016), en pláticas con Óscar Leverón de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), sostuvo que cuando un árbol llega a la fase tres, los gorgojos se han multiplicado y hacen de 10 a 15 agujeros de salida por pulgada cuadrada. Por su parte Landaverde (2001) informó densidades de hasta 126 adultos por cada 100 cm² de corteza para *Dendroctonus frontalis*. Thatcher y Connor (2015) reportan entre 30 y 35 ataques por pie cuadrado de corteza. Orellana (2016) en un árbol de 20 metros de altura y 40 centímetros de DAP, podríamos tener 400 mil insectos saliendo de

cada árbol. Respecto al vuelo del gorgojo sostuvo que es hasta de 50 metros, pero con el viento puede llegar a los 100, por esto se interviene un diámetro más grande en cada brote; argumentó el experto.

Para Landaverde (2001), Billings y Espino (2005), INAFOR (2008); un brote de gorgojo en expansión tendrá más de 20 pinos infestados con algunos árboles en cada fase de desarrollo. Los brotes que tienden a expandirse y requieren de algún tratamiento de control son aquellos que muestran 10 o más árboles infestados, particularmente a mediados o a finales de verano. Por lo tanto, el tamaño mínimo de los brotes que deben ser tratados es fijado aproximadamente en 10 árboles (Billings, Flores y Cameron, 1996).

3.6.3.2 Género *Ips*.

Al igual que *Dendroctonus sp*; este género se constituye en plaga y amenaza de importancia para los pinares Nicaragüenses. Por sus características eco-etológicas sensu lato se los considera plaga secundaria u oportunista.

Equihua (2008) el género *Ips* (Coleoptera:Scolytidae) fue descrito por DeGeer (1775) a partir de ejemplares de *Tomicus typographus*. Actualmente se conocen 43 especies. Discrepando en el número BUHROO & LAKATOS (2011) reporta 36 especies distribuidas en América del Norte, Europa, Asia e introducida en Australia y África.

Ips se distribuye desde el sur de Canadá y Estados Unidos hasta Nicaragua, en diferentes condiciones climáticas. Jiménez et al (sf) reporta en Nicaragua la presencia *Ips lecontei*, *Ips grandicollis* e *Ips calligraphus* (Germar) específicamente en jícaro y Dipilto 2004-2005. En la misma fecha y lugar, Romero y Soto (2008) reportaron *Xyleborus sp* o escarabajo Ambrosía.

Maes (2007) en Nicaragua, las especies de *Ips* reportadas eran; *Ips grandicollis*, *Ips calligraphus* e *Ips lecontei* (López y García, 2006), no obstante existe un nuevo consenso al respecto y actualmente se considera que las especies de *Ips* existentes en Nicaragua son, *Ips apache* e *Ips cibricollis* (Romero y Soto 2008).

– **Taxonomía**

Orden	Coleoptera Linnaeus, 1758
Sub orden	Polyphaga Emery, 1886
Familia	Curculionidae Latreille, 1802
Subfamilia	Scolytinae Latreille, 1804
Género	<i>Ips</i>
Especies	<i>calligraphus</i> (Germar).



Pest and Diseases Image Library,
Bugwood.org
Ips grandicollis (Eichhoff,

– **Características morfológicas.**

El género *Ips* es fácil de reconocer debido al declive elítral cóncavo con espinas que oscilan entre tres y seis pares dependiendo de la especie. López et al (2009). En los machos la espina tres es capitada, con la punta curvada hacia la parte ventral. En las hembras la tercera espina es más pequeña y no capitada (Nunes y Dávila, 2004).

La parte posterior de los élitros es cóncava, con una cresta de 3 a 6 espinas notables en ambos lados de la depresión. El número y la forma de las espinas permiten distinguir las especies. (Livingston & Valentine sf), <https://www.barkbeetles.org/ips/Westips.html>

Cuerpo robusto, cilíndrico, color de los adultos maduros es café rojizo muy oscuro, casi negro, mientras los adultos inmaduros son café claro (Romero y Soto 2008) tamaño varía entre 2-6mm de longitud; su color fluctúa entre amarillento café oscuro y negro. Contrariamente al género *Dendroctonus*, la cabeza de los *Ips* está escondida por el pronotum en vista dorsal.



Ips cribricollis (macho) (by TH Atkinson, University of Texas at Austin).



(*Ips grandicollis*) adult(s)

Imagen 06

– **Biología y reproducción.**

El género *Ips* sp experimenta metamorfosis completa u holometábola (huevo, pupa y adulto). A diferencia del *Dendroctonus* aquí el macho es quien

inicia la colonización de los árboles de pino; generalmente ataca a los árboles debilitados por gorgojos primarios o de otras especies. La mayor parte de su ciclo de vida lo pasa dentro del fuste del árbol.

Los machos construyen galerías nupciales pequeñas e irregulares en el interior de la corteza, donde cada uno de ellos se une a las hembras en número variable entre 1 y 6. A continuación, cada hembra construye una galería individual para la deposición de los huevos. Estas galerías irradian perpendicularmente a la cámara central dibujando estructuras en forma de "I", "Y" o "H".

La deposición de los huevos se produce en huecos individuales a uno o ambos lados de la galería. (Nunes y Dávila, 2004). Las galerías del *Ips* son en forma de "Y" o "H" y vacías de aserrín. (Billings y Espino, 2005).

Thatcher y Connor (2015), dependiendo de la especie y las condiciones ambientales, las poblaciones de *Ips* pueden completar su ciclo, desde la deposición del huevo hasta la emergencia del adulto, en un período reducido de tiempo (18 a 25 días). Todas las especies de *Ips* parecen tolerar las temperaturas elevadas mejor que el *Dendroctonus frontalis*. Así pueden sobrevivir a veranos secos y calurosos, pudiendo localizarse nuevos brotes en un período de tiempo reducido.

En el sur de los EE. UU, el *Ips avulsus* puede presentar 12 generaciones en una sola estación, mientras que las otras dos especies *Ips calligraphus* e *Ips grandicollis* presentan hasta 7 generaciones. López et al (2009), en estudios realizados en Cuba, encontró que en *Ips calligraphus* cada hembra coloca un promedio de 100 huevos en la corteza y que 50 hembras como máximo pasan a la segunda generación debido a que el índice sexual es de 0,5. Hochmut y Manso (1975), citan 14 como número máximo de generaciones en un año, y 26 días como tiempo medio de duración de cada generación.

Thatcher y Connor (2015), durante los periodos cálidos, los huevos rompen en unos pocos días y las larvas perforan agujeros individuales en el interior de la corteza. Una vez desarrollada completamente, la larva pupa en celdas individuales o cámaras al final de sus huecos.

A diferencia del *Dendroctonus frontalis*, el *Ips* completa su desarrollo entre la corteza y la madera. Las nuevas generaciones de adultos se alimentan durante un tiempo, bajo la corteza antes de salir por el mismo agujero. El crecimiento de la población depende fundamentalmente de la sequedad, las perturbaciones del rodal y la proximidad de otras infestaciones de gorgojos de la corteza.

– **Génesis y forma de afectación.**

Por lo general, los escarabajos de *Ips* se encuentran en los mismos árboles atacados por *Dendroctonus*, ocupando la parte superior del fuste. En el caso de pinos tumbados o trozas, la presencia de aserrín de color café sobre la corteza es otro signo del ataque de *Ips*.

Es importante reconocer, que los gorgojos del pino, del género *Dendroctonus*; solamente atacan árboles en pie; en cambio, los de *Ips* prefieren colonizar pinos tumbados o árboles en pie muy debilitados por sequías, resinación severa, fuegos u otras causas y rara vez producen brotes en expansión. (Billings y Espino 2005).

López et al (2009) señala que *Ips* De Geer (Coleoptera: Scolytidae) se reproduce en los árboles moribundos, débiles o recientemente caídos. Las larvas, al alimentarse del floema, anillan la parte interior de la corteza, impiden el flujo de nutrientes a las raíces, provocan el marchitamiento del follaje y la posterior muerte del árbol. Este mismo investigador reporta que tanto *Ips calligraphus* Germar (*Ips interstitialis* e *Ips grandicollis* Eichhoff se encuentran en una asociación simbiótica con los hongos del azulado de la madera del género *Ophiostoma* (*Ceratocystis*) con los cuales forman un verdadero complejo nocivo (Guerra et al., 1989).

Así mismo sostienen que *Ips calligraphus* tiene mayor capacidad para vencer la resistencia de los árboles en pie, lo que lo hace más agresivo.

Los escarabajos *Ips* macho adultos, son responsables de la selección del huésped, atacando a los árboles que están estresados, dañados, o recién muertos (Coulson y Witter 1984). En el mismo sentido CATIE (1991), López y Toledo (2005), y Thatcher y Connor (2015) señalan que los árboles severamente debilitados, caídos, y los residuos de la corta, producto de un aprovechamiento, son los

sitios preferidos para la reproducción de las especies del género *Ips*; sin embargo, a niveles altos de población, pueden colonizar y matar árboles sanos (Romero y Soto 2008).

En este sentido Billings (2000) aduce que éstos, bajo ciertas condiciones climáticas, particularmente durante época de sequías o después de huracanes tienen la capacidad de atacar y matar árboles vivos en grandes cantidades; en el mismo contexto, Equihua (sf) comenta que aunque tradicionalmente se ha calificado a *Ips* como un descortezador secundario, en las últimas décadas algunas de sus especies se comportan como especies primarias.

Para congregarse o atraer a la pareja, igual que *Dendroctonus*, el género *Ips*; libera feromonas de agregación como estrategia de sometimiento del árbol, o bien para buscar pareja. Los machos liberan dos tipos principales de feromonas de agregación, una producida cuando se alimenta con éxito y el otro en respuesta a la presencia de resina defensiva producida por el árbol. (Eickwort, Mayfield & Foltz 2006). Thatcher y Connor (2015) *Ips* libera un atrayente químico dando lugar a un ataque en masa.

– **Síntomas por afectación de *Ips* sp.**

Considerando que los gorgojos del género *Ips*, suelen afectar como plaga oportunista o secundaria, y aparecer en el mismo árbol afectado por otros géneros de gorgojos, *Dendroctonus* sp por ejemplo; sería aventurado determinar síntomas específicos por afectación de estos (*Ips*); lo que sí está muy bien caracterizado es la forma de daño o afectación causada, como la condición típica de sus galerías, el color del aserrín etc. De atacar de primero, lógicamente exhibiría síntomas similares a ataque por *Dendroctonus* sp. Billings (2000), caracteriza los síntomas asociados a las diferentes fases de infestación por *Ips* sp de la manera siguiente. Ver anexo 02. Cuadro 02.

4. Umbrales de daño de la plaga del gorgojo.

El término umbral, deriva de la palabra lumbral, y esta a su vez del latín liminaris, que significa liminar, o lo que está primero. La RAE (2005) lo describe como el valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado, es decir la cantidad más reducida de una señal que tiene que existir para que sea advertida por un sistema.

En el contexto del control de la plaga del gorgojo de los pinos, específicamente de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* sp, el término umbral adquiere una connotación preventiva, dado que delimita y/o determina el momento o la población tolerable en un árbol o rodal de pino, para prescribir y desarrollar acciones profilácticas específicas; es un indicador de acción “umbral de acción” fundamentado en la etología del insecto, en los datos poblacionales (tolerables), en la biología del insecto y en las condiciones y/o características ambientales del sitio durante el análisis.

En el contexto silvicultural y de sistema, es importante y técnicamente justificado que toda acción que procure el control de un escenario infeccioso, ya sea de gorgojos descortezadores o de cualquier otra plaga, se sustente en algún dato umbral que determine la población máxima tolerable de individuos en un ecosistema o árbol.

López et al (2009) señala que el establecimiento de umbrales de acción, es una herramienta básica para la toma de decisiones, en cualquier programa de manejo de plagas, sin embargo aún no se conocen, o no se usan, los umbrales de daño económico como herramienta de gestión.

4.1. Umbrales de daño para *Dendroctonus frontalis*.

Clave de crecimiento del brote	Clasificación del brote	Puntuación de riesgo
A. Árboles en fase 1	Ausencia	0
	Presencia	30
B. Árboles en fase 1 y 2	1 - 10	0
	11 - 20	10
	21 - 50	20
	más de 50	40
C. Área basal (pies ² /acre)(o densidad del rodal) en frente activo	Menos de 80 (densidad baja)	0
	80 - 120 (densidad media)	10
	Más de 120 (densidad alta)	20
D. Clase del rodal según DAP (en pulgadas)	Pulpa (9 pulgadas o menos)	0
	aserrío (más de 9 pulgadas)	10
Total		Cuadro 03.

Copia íntegra de Billings, Flores y Cameron (1996) Guía de umbrales de daño, crecimiento de brotes de *Dendroctonus frontalis* y prioridades de control.

Observaciones.

Si la calificación total (A+B+C+D) se da entre (70 y 100), la prioridad es alta, entre (40-60) es prioridad media y entre (0-30) es prioridad baja.

Cuando el daño es por *Dendroctonus frontalis*, los brotes con prioridad alta son tratados primero, ya que tienen mayor potencial de causar mortalidad adicional de árboles que aquellos brotes de prioridad media o baja. Las decisiones de control dependen no solamente de la prioridad del brote, sino también de la disponibilidad de brigadas y equipo, del tamaño y número de árboles o el volumen de madera en el brote y de las condiciones del mercado para la madera muerta por descortezadores.

Brotes de **prioridad alta** - son aquellos con el mayor número de árboles infestados por *Dendroctonus frontalis* deben ser los primeros en ser marcados para tratamiento. La corta de recuperación (cortar y aprovechar) es el método preferido. Debido a la naturaleza dinámica de las infestaciones de *Dendroctonus frontalis*; el período entre el marcaje y la corta debe mantenerse lo más corto posible. A medida que se deja pasar el tiempo, mayor es la posibilidad de que más árboles adicionales sean atacados. Si esto sucede, el brote tendrá que ser remarcado. No deben pasar más de cuatro semanas entre el marcaje y el tratamiento. Si los árboles no pueden ser recuperados en este período, se debe considerar otro método de control.

Como regla general, los brotes de **prioridad media** no deben ser marcados para control hasta que todos los brotes con prioridad alta hayan sido tratados. Sin embargo, cuando un brote de prioridad media se encuentre cerca de una infestación de alta prioridad, puede ser deseable el tratar las dos áreas al mismo tiempo.

Los brotes de **baja prioridad** puede que no requieran de algún tratamiento. Los estudios han demostrado que, principalmente en el verano, la mayoría termina, sin necesidad de tomar alguna acción.

5. Generalidades de los métodos de prevención y control del gorgojo de los pinos.

Los métodos o rumbos a seguir en la prevención y/o control del gorgojo, pueden ser físico mecánicos, químicos y hasta biológicos y estos a su vez pueden ser directos e indirectos; los primeros responden a acciones silviculturales y/o fito-profilácticas que implican la aplicación de urgencias biológicas como raleos, podas, talas de saneamiento, monitoreo y vigilancia.

En cambio el método biológico por su parte apunta más al manejo integrado de plagas y mejoramiento genético de los rodales o bien un tercero que implicaría una mezcla ecléctica de todos los anteriores.

Respecto al control directo de la plaga, esta aplica una vez que el sistema de alerta ha sido superado y que la población insectil se constituyó en plaga; en tal sentido Landaverde (2001) sugiere que antes de realizar medidas en el combate de cualquiera de los descortezadores, debería de hacerse un reconocimiento general para determinar la localización, naturaleza y extensión de cualquier infestación.

En el mismo contexto Billings, Flores y Cameron (1996) señalan que las infestaciones por *Dendroctonus frontalis* y las producidas por otros descortezadores deben ser localizadas antes de ser tratadas. Normalmente, la mayoría de los brotes o sitios pueden ser detectados a través de prospecciones aéreas (Los observadores aéreos usan tanto el color del follaje (rojo y amarillento) así como el número de árboles moribundos para asignar una prioridad de inspección terrestre a cada brote o sitio de infestación. Las brigadas terrestres inspeccionan los brotes para identificar la causa de la mortalidad y determinar la necesidad de tratamiento (Billings, Pase y Flores, 1990).

La identificación correcta del agente causal, y los objetivos de manejo del propietario tendrán una gran influencia en la selección de uno o más métodos de control. Las cortas de saneamiento actualmente recomendadas para el control directo de infestaciones de *Dendroctonus frontalis* incluyen: 1) cortar y aprovechar, 2) cortar y dejar, 3) control químico y 4) apilar y quemar (Billings, Flores y Scott 1996).

En Nicaragua la ley 462, ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal capítulo V, artículo 32, 33 y 34 se aborda lo referente a la prevención, mitigación y control de plagas e incendios forestales de manera general; aquí se establece, que es obligación del estado, a través del MAGFOR, en coordinación con INAFOR y demás instituciones relacionadas, velar por la prevención y el control de plagas y enfermedades forestales y se especifica aún más en los numerales 4.3.2; al 4.3.2.3 y del 6.4.2 al 6.4.2.4 de la normativa técnica obligatoria nicaragüense NTON 18 001-12.

Esta misma normativa manda prevenir las plagas y enfermedades forestales cumpliendo estrictamente con las medidas silviculturales descritas en el Plan General de Manejo Forestal; sin embargo, éstos (los planes de manejo) suelen perfilarse, más al aprovechamiento forestal (extracción de madera y resina) que a la gestión integral del recurso, involucrando para esto la ejecución y/o prescripción taxativa de acciones que conlleven a la prevención de plagas como el gorgojo de los pinos.

Así mismo, manda, que la prevención de plagas de gorgojo, en áreas de mayor incidencia, y que presentan la condición de ser áreas densas en estado de desarrollo, se priorice el tratamiento de raleo comercial como medida de prevención, lo que no constituye una acción pertinente ni suficiente.

Al presentarse afectaciones o brotes de gorgojo *Dendroctonus sp* e *Ips sp*, se aplicará el corte de saneamiento a lo inmediato, procediendo a las medidas de control, tanto en los árboles que están en los frentes activos (fase I), como los árboles que se encuentran en las áreas de los brotes, y a sus vecinos más cercanos, aplicando la tumba y quema de ramas y de la corteza especialmente.

Cuando se detecten áreas afectadas con brotes de gorgojo de 10-100 árboles por hectárea se procederá de acuerdo a lo establecido en la guía técnica.

Las cortas sanitarias prescritas para el control del gorgojo, son de obligatorio cumplimiento por parte del propietario de bosque, para la ejecución de tales cortas sanitarias el INAFOR manda (ó) a que un regente forestal elabore un plan de saneamiento como instrumento rector.

El plan de saneamiento, se puede definir como un documento técnico, científico y legal, en el cual se determina y describen cronológicamente cada una de las actividades fito profilácticas y curativas establecidas, en uno o más de los métodos de control de plagas recomendados, con el objetivo de impedir el avance de la plaga, aprovechar la madera afectada y restaurar el área alterada.

Los métodos más citados y/o recomendados para el control directo de varias de las especies de descortezadores de pino, en México, América Central y el Caribe según Billings, Flores y Scott 1996 son principalmente cortar y aprovechar, cortar y dejar o controlar entre otros, ver detalle en anexo 03 cuadro 04.

5.1 Método Cortar y aprovechar.

Este se considera un método de control directo, por sus características económicas reditables es el método preferido por los regentes y propietarios forestales dado que permite usufructuar la madera afectada y la adyacente marcada. Billings et al (1996) sólo con esta táctica (método) se les da uso a los árboles infestados y se les elimina del bosque, permitiendo

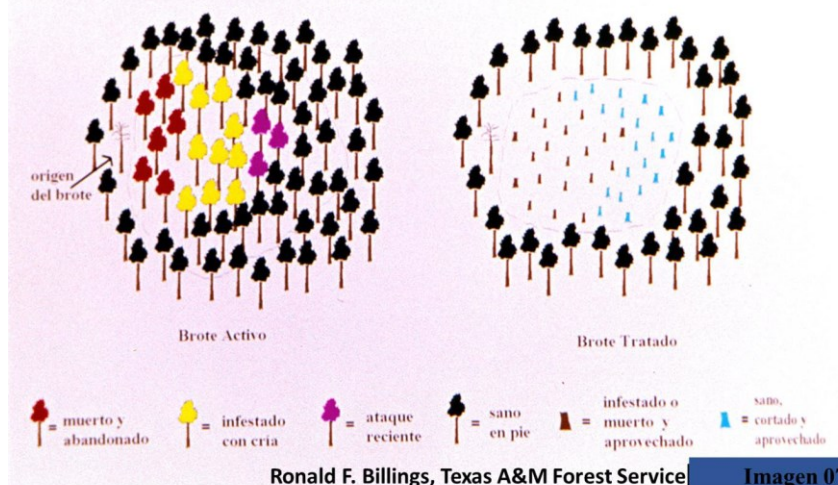


Imagen 07

cierto retorno económico al propietario. Sin embargo, el aprovechamiento de brotes aislados no es siempre práctico debido a que el lugar puede ser inaccesible, el volumen de madera puede ser insuficiente, el mercado es pobre para la madera de pulpa o de aserrío, o hay ciertas limitaciones ecológicas.

5.2 Método de la Franja de contención.

Según Macías, Billings & Espino (2017), la franja de contención; se aplica durante infestaciones muy severas, catalogadas como situaciones de emergencia del ataque del gorgojo *Dendroctonus frontalis*



y esta sirve para detener el ataque continuo en áreas muy grandes en las cuales el gorgojo está en su plena actividad (Cariás, Barrios, Espino y Oqueli 2017). Cuando se trata de afectaciones extremas brotes de más

de 10 has, Billings y Espino (2005) recomiendan se construya una franja de contención, tumbando todos los pinos de fase 1 y algunos pinos sanos adyacentes (20-50 m de ancho) alrededor del frente activo. Una vez que el brote esté controlado, se deben seguir tumbando los árboles de la fase 2 y finalmente, aprovechar y utilizar los árboles tumbados. De igual manera, para no trasladar la plaga a otros lugares, recomiendan descortezar las trozas infestadas, antes del transporte. Nicaragua adopta esta metodología para controlar las afectaciones.

Ahora, si bien es cierto, ninguna acción que conlleve a la protección del bosque debiera o debe ser desestimada, también es importante, considerando el impacto que ésta (la franja) ocasiona que se considere las aseveraciones de CABI y EPPO (1997) que reportan a estos insectos volando en forma individual o en grupos en las horas más calientes del día o casi al caer la noche, en verano a temperaturas entre 20°C y 45°C; lo que significa que éstos pueden ser llevadas por el viento a distancias considerables, a veces a más de 250 km. En una estación se han observado escarabajos a una altitud de 1,800m (Landaverde 2001); por su parte Orellana (2016) contrasta en tales magnitudes y expone hasta 50 metros de vuelo y llegar a los 100 con ayuda del viento.

5.3 Método Tumar y descortezar.



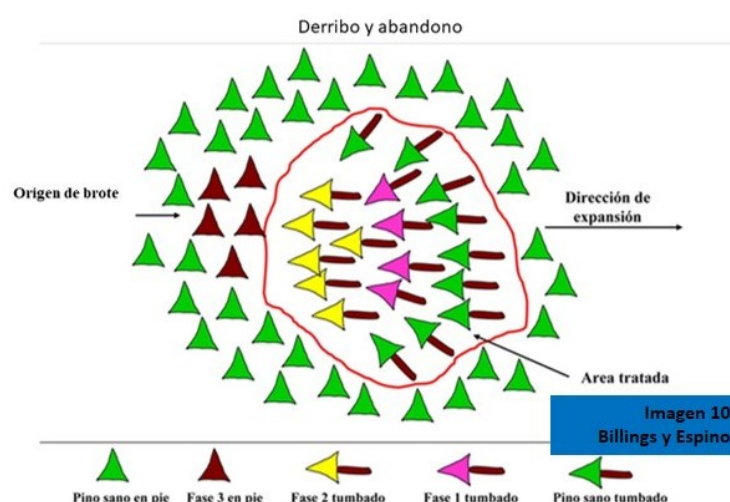
Imagen 09
Billings y Espino

Según Billings (2000) éste es un método simple y efectivo para controlar pinos infestados con el gorgojo de la corteza del género *Ips*. Con este método, se tumba y descortezan los árboles recién atacados, y los con crías de gorgojo, el tratamiento sirve para terminar el desarrollo de los estados inmaduros de los gorgojos que se hallan bajo la corteza. Es el método que más conviene para infestaciones de tamaño mediano (de 1 a 20 árboles infestados) o infestados aislados donde las trozas no pueden ser aprovechadas.

5.4 Método cortar y dejar (derribo y abandono).

Billings y Espino (2005) lo consideraran como el mejor método para controlar los brotes en expansión, de tamaño pequeño y mediano (menos de 10 hectáreas). El método, cortar y controlar se debe aplicar lo más pronto posible después de haberlo detectado, y antes de que afecte más de una hectárea. Un brote de gorgojo en expansión tendrá más de veinte pinos afectados, con algunos árboles en cada fase de desarrollo y merece alta prioridad de control (INAFOR 2016).

El método de cortar y dejar (derribo y abandono) fue inicialmente recomendado por el Servicio Forestal de Texas para controlar pequeños brotes que no pudiesen ser recuperados. Esta técnica consiste en la corta de árboles infestados y una franja preventiva de árboles no infestados, dejándolos en el bosque. El tratamiento



interrumpe el crecimiento del brote y provoca que los escarabajos adultos se dispersen en el bosque sin causar mayores daños. Los brotes deben ser tratados solamente si contienen árboles recién infestados (fase 1). Este método ha sido usado con mucho éxito en los Estados Unidos y en Honduras para controlar brotes de *Dendroctonus frontalis* (Billings, Flores y Scott 1996)

Se considera un método muy práctico, relativamente barato y requiere un mínimo de mano de obra, equipo y entrenamiento. El procedimiento puede ser aplicado inmediatamente después de la detección. La mayor desventaja es que debe cortarse una franja de árboles verdes no infestados alrededor del frente activo de cada brote para asegurar que los árboles recién infestados, que favorecerían la expansión del brote (Billings, Flores y Scott 1996)

5.5 Método Apilar y Quemar.

La corta, apile y quema de los árboles infestados, es el método más antiguo usado en el control de los descortezadores, éste es muy efectivo cuando se realiza apropiadamente. Sin



embargo, debido a los costos y a las restricciones ecológicas, la práctica ha sido usada muy poco en los últimos años. Toda la corteza debe ser completamente quemada para lograr el control. Para

asegurar control del descortezador, no es necesario el corte, apile y quema de los árboles abandonados. Sin embargo, por razones prácticas, tanto los árboles infestados como los abandonados pueden ser apilados y quemados para limpiar el área y permitir el establecimiento de la regeneración (Billings, Flores y Scott 1996).

5.6 Método químico.

Los insecticidas son efectivos para el control de descortezadores de *Dendroctonus* o de *Ips* sp; ya sea en árboles aislados o en grupos pequeños. Se dispone de insecticidas registrados para matar los escarabajos en árboles que han sido atacados o para prevenir el ataque en árboles verdes. Aun cuando el control químico es costoso y sujeto a ciertas limitaciones ecológicas, puede ser la mejor alternativa en bosques urbanos o en bosques de alto valor de recreación, así como también en ciertas áreas comerciales cuando otros métodos no son aplicables (Billings, Flores y Scott 1996).

La NOM-019/SEMARNAT, define al método químico como remoción y destrucción de los insectos plaga a través de algunos métodos físico-mecánicos complementados con la aplicación de químicos. Así mismo considera que este método es apropiado para el control de adultos que emerjan del tronco y ramas y que caminen sobre la superficie asperjada; no mata a la población de insectos que está dentro de la corteza o en la zona del cambium, ya que es un producto de contacto que no atraviesa la corteza externa.



Billings Imagen 12

Lyon, (1965) Los insecticidas son generalmente aplicados en forma liberal, como emulsiones y suspensiones sobre la corteza superficial de los árboles o troncos caídos hasta que el punto de "escurrimiento" es alcanzado.

La emulsión insecticida aplicada penetra la corteza superficial matando a los descortezadores en todas sus etapas, dejando además un depósito residual en la superficie de la corteza para matar a los insectos adultos emergentes. Estas suspensiones no penetran, quedando solamente como depósitos residuales en la superficie de la corteza (Rose 1966). Los insecticidas Lindano¹⁰ y Chlorpyrifos¹¹ son efectivos

¹⁰ Insecticida organoclorado de fórmula: $C_6H_6Cl_6$, **Estabilidad:** extremadamente estable a la luz, aire, temperaturas hasta 180 °C, y en medios ácidos como el de pinos. **Comportamiento ambiental** Solubilidad en agua: baja. Persistencia en el suelo: extrema. Movilidad en el suelo: ligera. Persistencia en agua sedimento: más persistente. Volatilidad: moderada. Bioacumulación: alta. **Eco toxicología.** muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Altamente tóxico para anfibios. Una exposición larga causa efectos sub letales en las aves y disminución del espesor de la cáscara del huevo. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/354-lindano>

¹¹ Insecticida organofosforado nombrado según la IUPAC como O, O-dietil O-3 ,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato, altamente tóxico para los anfibios, muy tóxica para la acuicultura (peces) y para las abejas

para el control del gorgojo del género *Ips* en árboles aislados o en grupos pequeños, o para prevenir ataques en árboles sanos de alto valor (Billings 1996); sin embargo el control químico no se recomienda en bosques extensos porque resulta muy costoso y elimina insectos benéficos, depredadores y parásitos del gorgojo (Billings 2000).

Gochez et al (2014), el uso de insecticidas sistémicos es una alternativa para el manejo de escarabajos descortezadores, los cuales pueden ser aplicados mediante inyecciones directamente al tronco, dentro del tejido xilemático; para de ahí ser translocados por el sistema fisiológico del árbol hacia toda la planta (Rivas, 1995). Algunos trabajos de inyecciones en pinos informan un éxito limitado (Merkel y De Barr, 1971; Brown et al., 1979), o bien ineficientes como el Metasystox-R contra *Dendroctonus brevicomis* LeConte, 1876 (Haverty et al. 1996).

Grosman y Upton (2006) evaluaron la efectividad de insecticidas sistémicos para evitar el ataque de *Ips grandicollis* Eichhoff, 1868 en Texas; utilizaron el sistema de inyección ArborjetTree IV y observaron que el benzoato de emamectina reduce la colonización sobre árboles estresados. Pruebas en *Pinus taeda*, atacados por *D. frontalis*, en localidades de Missouri y Alabama, concluyeron que el benzoato de emamectina redujo la mortandad de *Pinus taeda*, durante los dos años de aplicación, el fipronil resultó menos efectivo (Grossman et al., 2009). Este insecticida fue el mejor para reducir la mortalidad por ataque de *Dendroctonus brevicomis* sobre *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws en California (Grosman et al., 2010). Por su parte Cruz (1997) utilizó el método de inyección a baja presión de monocrotofos¹² al 6 % (i.a.) en agua con dosis de 1 g de i.a. por cada centímetro de diámetro normal, para el manejo del descortezador de cedro blanco *Phloeosinus baumanni* Hopkins, 1905; en la Reserva Natural Xochitla, sus resultados fueron prometedores (Gochez et al 2014).

¹² Eco toxicidad. Monocrotofos es un insecticida organofosforado extremadamente peligroso para los humanos, tóxico extremo para aves si ingieren insectos envenenados, tóxico para peces, invertebrados acuáticos, abejas y animales salvajes. Persistencia. No se acumula en el medio ambiente. Puede descomponerse químicamente. Su vida media es inferior a 7 días en suelos expuestos a la luz del sol. Un humo denso y altamente tóxico es emitido cuando este producto es quemado sin suficiente oxígeno.

Sánchez y Torres (1996) señalan que el control químico que es un método para tratar árboles individuales y en grupos y que se dispone de insecticidas registrados, no obstante es costoso y requiere de ciertas limitaciones ecológicas no obstante puede ser la mejor alternativa en bosques urbanos o en bosques de alto valor recreativo, así como también en ciertas áreas comerciales cuando otros métodos no son aplicables.

La secretaría del medio ambiente y los recursos naturales (SEMARNAT) de México en 2006 autorizó emplear en el combate de descortezadores de pino los insecticidas siguientes.

Dosis para un litro de agua		
Producto Nombre técnico	Ingrediente activo (Gramos)	Toxicidad
1. Bifentrina Veltar 100 CE(100 grde i.a./litro)	0.5	Verde
2. Deltametrina DIBROL 2.5 CE	1.25	Azul
3. Deltametrina DECIS FORTE CE(100 gr de i.a./litro)	2	Amarillo
4. Deltametrina K-OTHRINE PH(250 gr de i.a./kg)	0.25	Azul
Cuadro 05		

5.7 Método de Control biológico.

Respecto al control biológico, CABI y EPPO (1997) e Hilje et al (1991), citan que, en cuanto a enemigos naturales, hay muchas especies de ácaros e insectos depredadores de varias familias de Coleópteros, Himenópteros y Dípteros.

La norma oficial Mexicana, NOM 0-19 de la SEMARNAT (2006) manda a emplear *Beuveria bassiana*, esta señala y/o califica al hongo con capacidad de matar a los descortezadores adultos e individuos nuevos los que una vez infectados mueren a los pocos días.

López et al (2009) recomienda aplicar biopreparados a base de *Beauveria bassiana* a razón de un 1 kg por hectárea a los árboles en el grado uno. La preparación del caldo se realiza mezclando 1 kg del producto comercial sólido en 16 litros de agua para obtener una relación de producto un poco

mayor de 60 g/L y una concentración aproximada de 1.5×10^8 conidios / mL, a la salida de la boquilla. El grado uno referido, es con base en las escalas vigentes para la estimación de límites de daño descritas en López et al 2009 o en el sitio.

<http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej15articulosPDF/03%20DIAGNOSTICO%20Y%20CONTROL.pdf>

Por su parte Moser, (1974) da una lista de 57 especies de ácaros encontrados asociados con descortezadores en Honduras, Guatemala y México; de estas 57 especies, se sabe que 30 atacan a *Dendroctonus frontalis* en Luisiana (USA) y otras 13 pueden ser también enemigos naturales. (Landaverde, 2001).

Este mismo investigador, sostiene que un bosque bien manejado es saludable, por lo tanto ofrece un buen equilibrio biológico y evita que las plagas se salgan de su redil.

El adecuado mantenimiento de los árboles en pie y la eliminación de los árboles decrepitos que pueden ser hospedantes de los insectos, son ejemplos de buenas medidas silviculturales a aplicar.

Por su parte Billings y Espino (2005), amplían aún más, recomendando que la medida para prevenir las plagas, es el buen manejo del rodal potencialmente susceptible, antes de que las plagas aparezcan. Para esto mandan monitorear constantemente la condición del rodal y controlar los brotes tan pronto como sean detectados, eliminación de los pinos de alto riesgo, regulación de las densidades, evitar incendios forestales, reducir daños (físicos) durante el aprovechamiento forestal, regeneración de los rodales sobre maduros y plantar los pinos en sitios adecuados.

Investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) han comprobado en ensayo piloto que la aplicación en vivero de la hormona vegetal metil jasmonato, a plántulas de cuatro de las principales especies de coníferas de Europa pre-activa su sistema inmunitario e incrementa su capacidad defensiva, de forma que, una vez establecidas en campo, aumenta la resistencia frente al ataque del gorgojo del pino, no obstante la aplicación reduce ligeramente el crecimiento del árbol,

pero se compensan sobradamente por el beneficio en términos de crecimiento que supone ser menos dañadas por el insecto (Zas y Sampedro 2014) <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Nuevos-metodos-para-combatir-las-plagas-forestales-en-los-bosques-de-pinos>.

Becker (1955) encontró por primera vez en Guatemala algunos coleópteros que tienen importancia como exterminadores de *Dendroctonus*; siendo las familias Cleridae y Temnochilidae las más frecuentes. Las larvas de estos recorren las galerías del *Dendroctonus* en todas direcciones, la efectividad de estos predadores se manifiesta por la destrucción de huevos y larvas (Leiva 1980).

En reino Unido a finales de la década del 80 se liberó al predador *Rhizophagus grandis* Gyllenhal, 1827; como medida para ralentizar la afectación de *Dendroctonus micans* (FAO 2012, Nota Técnica 164)

Por otro parte se ha reportado la habilidad que tiene el depredador *Temnochila* para detectar una amplia gama de atrayentes para las especies de *Dendroctonus* e *Ips*, no obstante, se le ha asociado más a cebos comerciales como la frontalina (Vega y Hofstetter, 2015). Por tal motivo, se ha reportado a *D. frontalis* como su presa principal, sin embargo, Salinas et al. (2004) menciona que la frontalina no es una feromona específica de esta especie, de hecho, se ha observado que atrae al menos a 10 especies del género *Dendroctonus*, lo cual podría sugerir un espectro más amplio de presas. Además, varios autores entre ellos Domínguez-Sánchez et al., (2008) consideran que *Temnochila* no posee alguna especialización al depredar, ya que también responde a feromonas como el ipsenol e ipsdienol (Billings y Cameron, 1984; Fettig et al., 2006).

Martínez, Torres, López, Gijón y Sánchez (2016). Por otra parte, *Elacatis* es un género reportado por Cibrián (1987) como depredador de *Dendroctonus adjunctus*, no obstante, en la actualidad se menciona que este depredador responde diferencial y específicamente hacia feromonas comerciales dirigidas al género *Ips* (Rivera, 2001; Gaylord et al., 2006).

Se ha sugerido que las diferentes respuestas que tienen los depredadores a distintos cebos, puede ser producto de una variación geográfica, e incluso Macías-Sámano et al. (2014) mencionan que estas diferencias, pueden ser respuestas adaptativas locales para la repartición parcial del recurso de descortezadores (Billings y Cameron, 1984).

De los enemigos naturales asociados al complejo *D. frontalis* y *D. mexicanus*, los depredadores fueron el grupo más representativo, siendo el escarabajo depredador *Elacatis* sp., el más abundante, seguido de *Temnochila* sp., y *Leptacinus* sp. Además, se observó una mejor respuesta de atracción del depredador *Temnochila* hacia el cebo comercial frontalina + monoterpenos y de *Elacatis* al cebo frontalina + endo-brevicomina + monoterpenos, mientras que para los demás depredadores, la respuesta hacia las feromonas comerciales de agregación fue indistinta. Los mayores picos de abundancia de los depredadores se registraron en los meses de marzo a julio en ambos predios. Martínez, Torres, López, Gijón y Sánchez (2016).

Es importante tener en cuenta que el movimiento o atracción del depredador puede ser también del tipo Kairomonal¹³ es decir producto del sistema de autodefensa del árbol afectado, quizás el aroma a resina fresca haga intuir al depredador la presencia de su presa, en éste caso el descortezador y hacerlo llegar al mismo.

En este sentido Macías y Niño (2016) reportan que en los descortezadores de coníferas como en otros grupos de insectos, la comunicación entre los miembros de la misma especie está basada principalmente en señales olorosas producidas por cada individuo (feromonas) o producidas por el hospedero (kairomonas), todas ellas relacionadas con el comportamiento de búsqueda de un nuevo hospedero, sitios de agregación y apareamiento, así como en la búsqueda de la pareja misma. Por su alta especificidad, estas sustancias químicas conductuales (llamadas también semioquímicos o

¹³ Las kairomonas o cairomonas son un tipo de alelomonas, se las define como unos compuestos químicos cuyo efecto beneficia al receptor. Por ejemplo, sustancias emitidas por una presa que atraen al depredador. <https://es.wikipedia.org/wiki/Alelomona>

infoquímicos) se pueden usar para el monitoreo de las poblaciones de descortezadores; con la ventaja de que ellas prácticamente tienen un nulo impacto al ambiente. Al mismo tiempo, estos compuestos también atraen a los depredadores de los descortezadores y por ello las poblaciones de ambos pueden ser monitoreadas al mismo tiempo.

6. Monitoreo y control.

Monitor, deriva del latín *monitor*, *monitoris* (el que advierte, aconseja, o hace recordar). En el contexto de la prevención de plagas y enfermedades forestales, el monitoreo se logra mediante la observación y evaluación de afectaciones típicas en árboles y rodales o bien por comparación de datos umbrales. El monitoreo de plagas posibilita la gestión eficiente y oportuna del bosque, optimizar recursos económicos y de tiempo, evitar o mitigar daños económicos y ambientales mayores etc.

Masias y Niño (2016) según el propósito de un monitoreo, estos pueden ser para la detección e identificación de especies o bien para determinar picos poblacionales de vuelo.

Así mismo señalan que el valor de la información derivada de un monitoreo, es útil únicamente cuando se realiza de manera periódica y constante; este adquiere mayor relevancia cuando se hacen comparaciones con los datos históricos o tendencias numéricas o con los insectos atrapados. La información periódica de un monitoreo, unida a las evaluaciones de los daños producidos por los insectos, son parámetros básicos para evaluar la salud del bosque y elementos cruciales para un manejo del mismo.

Para el monitoreo y/o muestreo de esta plaga, se emplean feromonas en trampas tipo Lindgren, ésta es una ristra de hasta 12 embudos; provistas de un vaso colector, al que se le adiciona la feromona sintética frontalina o la o exo breviconmina (ambas feromonas de agregación) más otro compuesto que puede ser aguarrás, pine turpentine o alfa pineno etc.

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo hacia el ambiente, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas

intervienen en muchas funciones conductuales como comportamiento sexual, oviposición, alarma y defensa, formación de agregaciones, marcar el camino y otro tipo de comunicación entre insectos sociales (Coulson y Witter, 1990; Billings et al , 1995 y Sánchez y Torres 2007).

Billings y Upton (2005) desarrollaron un sistema para pronosticar la tendencia poblacional de *Dendroctonus frontalis*, mediante el uso de trampas con feromonas. Al inicio de la primavera colocan tres trampas con frontalina y trementina de pino (aguarrás); para el pronóstico se usa el número promedio de descortezadores capturados por trampa al día y la abundancia de los descortezadores en comparación a la abundancia de los cléridos (*Thanasimus dubius*), un enemigo natural de *Dendroctonus*. La precisión de los pronósticos de la tendencia de plagas desde 1987 ha sido de promedio 71% .

Muchos de los depredadores de los descortezadores y algunos de sus parasitoides detectan a su presa por medio de los semioquímicos¹⁴ (feromonas y Kairomonas) que ellos producen, es decir por medio de sus feromonas. Así que, el uso de trampas cebadas con feromonas y kairomonas atrae y captura, tanto a los descortezadores como a sus depredadores; los cuales pueden ser identificados y contados. Por lo tanto, el monitoreo con semioquímicos y atrayentes detecta y da una idea del tamaño de las poblaciones de descortezadores y sus depredadores cuando estos se están dispersando, es decir cuando ellos están volando y no dentro de los árboles etc (Macías y Niño 2016).

Macías y Niño (2016) reportan a Synergy Semiochemicals Corp como una de las compañías encargadas de comercializar las siguientes feromonas y atrayentes.

- Feromona para *Dendroctonus frontalis*: frontalina (feromona) + endo-brevicomina
- (feromona) + alfa/beta-pineno (kairomona). Atrayente para *Dendroctonus sp*: frontalina
- (feromona) + alfa/beta-pineno (kairomona).

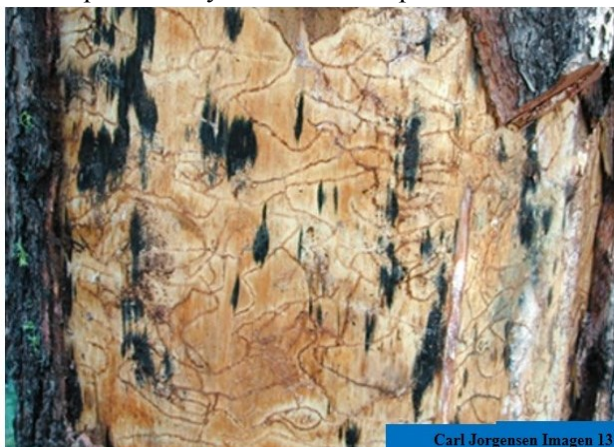
¹⁴ Sustancias químicas conductuales (llamadas también semioquímicos o infoquímicos) Macías y Niño 2016.

Sustancias emitidas por plantas, animales y otros organismos, que se utilizan en la comunicación entre especies y dentro de una misma especie, tienen un modo de acción específico y no tóxico y se producen de forma natural. <https://es.glosbe.com/es/es/semioqu%C3%ADmicos>

- Feromona para *Ips pini*: Ipsdienol (feromona) + lanieron (feromona)
- Atrayente para *Ips* spp: Ipsdienol (feromona), ipsenol (feromona) + lanieron (feromona).

7. Afectaciones derivadas del ataque de gorgojos.

Harrington, (1988); Paine et al (1997) sostienen que la mayoría de las especies de insectos descortezadores actúan como vectores de hongos de los géneros *Ceratocystis* y *Ophiostoma* (Perry 1991; Harrington 1993; Paine et al., 1997). Muchos de ellos son patógenos primarios y agentes causantes del manchado azul de la madera. (Pérez et al 2008).



Carl Jorgensen Imagen 13

López et al (2009) estos insectos generalmente se encuentran en una asociación simbiótica con los hongos del azulado de la madera del género *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) con los cuales forman un



Imagen 14 CIEFAP Folleto de Divulgación N° 32

verdadero complejo nocivo (Guerra et al., 1989); y es que paralelo al ataque del gorgojo ataca un hongo que vive en simbiosis con éstos, llamado *Ceratosistos minor* (Hedgc.) J. Hunt 1956; el que actúa a favor del insecto produciendo pudrición del tejido y por consiguiente interrupción de resina. Connor y Wilkinson (1983), Kopper et al., (2004). Los hongos de manchas azules se diseminan hacia el xilema y bloquean el flujo de agua, lo que acelera la mortalidad de los árboles (Eickwort and Mayfield 2015).

BARRAS & TAYLOR (1973) señalan que el micangyum de la hembra del escarabajo del pino es una glándula protorácica que sirve para la propagación, transmisión y diseminación de hongos entre y dentro de las coníferas.

BARRAS & PERRY (1972) Señalan que son dos los hongos que prevalecen en el mycangium del escarabajo del *Dendroctonus frontalis* ZIMM. Uno de estos es el basidiomiceto SJB 122, un basidiomiceto actualmente en estudio por los micólogos. El otro es SJB 133 un género de hongo *ambrosia*, familia *Ophiostomataceae*, simbiote de los escarabajos ambrosia parecido a *Raffaelea* Arx & Hennebert (1965) y a una forma de *Ceratocystis*. Zhou et al., (2004) sostiene que las especies del género *Ophiostoma* no son fáciles de identificar por características morfológicas y que solo *O. pulvinisporum* se ha identificado con comparaciones de secuencias de ADNr (Pérez et al 2008).

8. Otros insectos reportados en los escenarios epidémicos del ecosistema de pinar.

8.1 Género *Xyleborus*.

Atkinson & Equihua, Martínez (1986) encontraron que *Xyleborus* se distribuye preferentemente en los ecosistemas tropicales y subtropicales (Pérez et al 2015). En la afectación por gorgojos del año 1999 en Nueva Segovia, Dipilto y el Jícaro; Jiménez *et al* encontró *xyleborus sp.* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae). Nunes y Dávila (2004) reportan en Nicaragua *Xyleborus intrusus* Blandford y *X. pubescens* Zimmermann. Wood.

Este género al igual que *Ips* es oportunista o secundario; Equihua & Burgos (2002); Sobel *et al* (2015) la mayoría de éstos está asociado a la descomposición de árboles muertos (materia orgánica) o enfermos o trosas recién cortada (Pérez 2015, Castrejón et al 2017). Hulcr et al (2007) reporta aproximadamente 534 especies a nivel mundial, aunque los cambios y/o estudios taxonómicos hacen que el número de especies varíe constantemente (Pérez et al 2015).

Según sus hábitos alimenticios la mayoría de insectos del género *Xyleborus* se consideran o clasifican como escarabajos ambrosiales debido a un tipo de hongo (*Raffaelea sp*) que el mismo disemina y/o produce para alimentarse.

Simmons et al (2016) *Raffaelea* (Arx & Hennebert 1965) son un género de hongos principalmente asexuales que incluye más de 20 especies en Ophiostomatales (Harrington et al., 2010, de Beer et al., 2013, Musvuugwa et al., 2015). Estos hongos comúnmente ocurren en simbiosis con los escarabajos

ambrosia perforadores de madera (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae y Platypodinae). Cuando los escarabajos hembra abandonan la galería parental para establecer una nueva generación, transportan inóculos de uno o varios mico-simbiontes en cavidades especializadas en varias partes de sus cuerpos, para ser cultivados en las galerías posteriormente desarrolladas (Hubbard 1897, Beaver 1989).

Reyes (2007) en la relación mutualista hongos-escarabajos de ambrosía, los hongos se benefician de la asociación con el insecto porque sus esporas son transmitidas e introducidas en la madera. El insecto es beneficiado por la habilidad del hongo para debilitar los elementos de la madera antes de incubar los huevos. Esto facilita la construcción de las galerías por las larvas, las que se alimentan de los hongos.

De ahí que de acuerdo con sus hábitos alimenticios, los escolitinos pueden ser xilomicetófagos, fleófagos, espermátófagos y mielófagos (Atkinson & Equihua 1986). Los xilomicetófagos también son conocidos como coleópteros ambrosiales, debido a que llevan consigo hongos que cultivan en el interior de las galerías y les sirven de alimento a ellos mismos (Pérez et al 2015). En su estado larval, los escarabajos se alimentan de hongos hasta que llegan a su estado de adultez y emergen cargando hongos simbioses en unas estructuras especializadas llamadas micangia¹⁵ (Rojas y Gallardo 2004; Brar, Capinera, Kendra, Mclean and Peña 2013).

Carrillo et al. (2014); Hughes et al. (2015) estos escolítidos, se caracterizan por su relación simbiótica y nutricional obligada con diversas especies de hongos que cultivan en las paredes de sus galerías, en el xilema del árbol hospedero (Castrejón et al 2017). El crecimiento de los hongos en el sistema vascular de los árboles vivos puede obstaculizar el flujo de agua y nutrientes, lo que ocasiona la muerte parcial o total de la planta en poco tiempo (Harrington et al. 2008).

¹⁵ El término mycangium (pl., Mycangia) se usa en biología para referirse a estructuras especiales presentes en el cuerpo de un animal (insecto) para transportar hongos simbióticos (generalmente en forma de esporas). En algunos casos, como en los escarabajos ambrosia (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae y Platypodinae), los hongos son el único alimento, y las excavaciones en la madera son simplemente para hacer un microambiente adecuado para que el hongo crezca. En otros casos (por ejemplo, el escarabajo del pino del sur, *Dendroctonus frontalis*), el tejido de madera es el alimento principal, y los hongos debilitan la respuesta de defensa de la planta huésped. (Stephen 1987) https://en.wikipedia.org/wiki/Mycangium#cite_note-1

8.1.1 Características morfológicas básicas de este género.

Forma cilíndrica y oblonga en vista dorsal. El pronotum muestra rugosidad en su parte frontal y es más ancho que la base de los élitros, presenta diminutas espinas en el declive elitral, son de color café claro y miden de 2 a 3 mm de largo.

Brar, Capinera, Kendra, Mclean and Peña (2013) los caracterizan como insectos pequeños, aproximadamente 2 mm de largo, alargados y cilíndricos, las larvas tienen tres instares, los cuales tienen un promedio de ancho de cápsula cefálica de 0.21, 0.26 y 0.37 mm

8.1.2 Características del daño.

Las hembras del gorgojo cavan galerías perpendiculares al tronco; estas se caracterizan por un túnel principal el cual se divide en túneles secundarios y estos a su vez se dividen en túneles terciarios. (Brar1, Capinera, Kendra, Mclean and Peña 2013). El daño por estos coleópteros no termina con horadar la madera también la manchan con el hongo que inoculan al huésped. Ver imagen 14.

8.1.3 Control

Brar, Capinera, Kendra, Mclean and Peña (2013) Los escarabajos ambrosía perforan túneles en el tronco y en las ramas del árbol, por tal razón insecticidas de contacto no previenen la emergencia de ambrosiales de árboles o madera infestada y solo algunos pocos insecticidas han demostrado proveer control de escarabajos que se encuentran en la corteza de la madera. Picar y quemar madera infestada es la mejor manera de eliminar los ambrosiales y detener su multiplicación. En este contexto es importante tener presente que si se aplicó algún insecticida existirá entonces el riesgo de intoxicación por inhalar humos tóxicos.



Imagen 15 *Cossonus* sp
Katja Schulz

8.2 Género *Cossonus*. Clairville, 1798 (Coleóptera - Curculionidae).

Este es un género considerado competidor e invasor secundario, se encuentra bajo la corteza del árbol afectado y está asociado con *Ips* sp y *Dendroctonus frontalis* (Tantaleán, 1984). Se reconocen por su pico corto y curvado, el cuerpo es negro, cilíndrico y alargado 5mm, con punteaduras en los élitros existen 14 especies reportadas para Nicaragua (Nunes y Dávila, 2004).

8.3 Género *Atta*.

A este género pertenecen las hormigas cortadoras de hojas, conocidas aquí en Nicaragua como zompopos. La especie encontrada ocasionado daño en la reserva natural Tomabú, taxonómicamente



Casa o nido de *Atta* sp en ecosistema de *Pinus oocarpa*
ANP Tomabú; Aguilera 2017.

se conoce como *Atta cephalotes* LINNAEUS, 1758. En términos de daño son una plaga de importancia; relativamente compleja de controlar, ataca tanto en bosques naturales como en plantaciones y viveros. En los ecosistemas de pino ataca principalmente a la regeneración o plantas jóvenes. En los pinos se lleva totalmente la acícula, por lo que no

permite visualizar el típico corte en media luna que deja en las latifoliadas, pudiéndose confundir el ataque con afectaciones de otros organismos menores. Etológicamente se los caracteriza como insectos eusociales (del Gr "eu": "bueno/real" + "social") es decir insectos gregarios muy bien organizados.

Estos se caracterizan por defoliar árboles o plántulas preferiblemente de arriba hacia abajo (descendentemente), caminar en filas relativamente rectas y bien limpias, atacar de noche o por la tarde preferiblemente, producir su propio alimento; un tipo de hongo que cultivan en galerías o

huertos subterráneos y realizar cortes en media luna a cada foliolo u hoja del árbol afectado. El nido es un peculiar promontorio de suelo granulado, infértil casi siempre de color café claro con orificios de entrada como el de la imagen 16.

Los géneros más representativos son: *Acromyrmex* Mayr, 1865 y *Atta* Fabricius, 1805; ambos de la familia Myrmicinae. Hedlund (2005) sostiene que anatómicamente, las hormigas *Atta* y *Acromyrmex* tienen mucho en común, sin embargo, ambas presentan diferencias externas. El género *Atta* tiene tres pares de espinas y un exoesqueleto terso, mientras que *Acromyrmex* tienen cuatro pares y un exoesqueleto áspero. Kirk et al (2008) reporta que tanto *Acromyrmex* como *Atta sp* se alimentan del micelio de un basidiomiceto el *Leucocoprinus* sp de la familia Agaricaceae.

IV. HIPÓTESIS

Las acciones de prevención y control de la plaga del gorgojo de los pinos *Dendroctonus* e *Ips* sp, ejecutadas en la reserva natural Tomabú, son efectivas y pertinentes desde el punto de vista ecológico y ambiental.

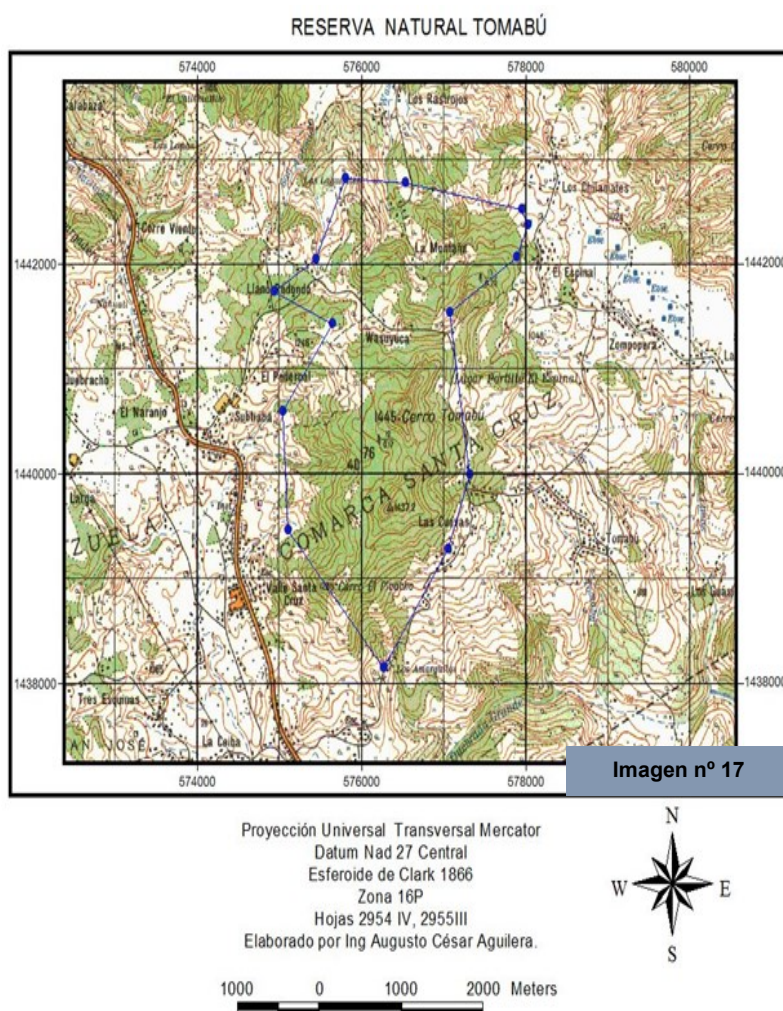
V. METODOLOGÍA.

5.1 Tipo de investigación.

Atendiendo la clasificación de Sampieri (2008) respecto al tipo de estudios científicos y su alcance investigativo, el presente trabajo clasifica como una investigación del tipo descriptivo y explicativo.

5.2 Descripción y ubicación biofísica del área de estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en el área núcleo de la reserva natural Tomabú, en una extensión territorial de 809.128 has de bosques mixtos de pinos y robles (*Pinus oocarpa* y *Quercus sp*)



mayoritariamente. El área se ubica a 138 km de Managua, entre los municipios de Estelí y la Trinidad; y las comunidades Wasuyuca, Las Cuevas y Santa Cruz en las coordenadas 575921 y 1439237 del sistema universal transversal de Mercator (UTM, modelo elipsoidal WGS84, Zona 16P. Ver mapa¹⁶ como imagen 17. En términos de conectividad e interacción ecológica y fisiográfica, es importante citar, que la reserva

¹⁶ La imagen 17 se elaboró a partir de las coordenadas UTM WGS 84 libradas en plan de manejo Ad hoc que se presentó ante la asamblea nacional para su elevación a la categoría de reserva natural bajo el Decreto 42-91. Para el acierto planimétrico se tomaron como referencia las bases geodésicas BM 4 y 3, la primera ubicada en la Thompson Estelí y el otro en Santa Cruz ambos en la hoja 2955 III.

natural Tomabú, se constituye en un eslabón relevante, entre las áreas protegidas Tisey la Estanzuela ubicada a 9.37 km oeste entre áreas núcleos y a 24.6 km noreste de la reserva natural Miraflores Moropotenté, misma, que a la vez se ubica a 14.09 km de distancia de la reserva natural Volcán Yalí y otras reservas adyacentes no menos importantes, ni disímiles en términos de protección y conectividad biológica (intra e interespecífica) o de refugio temporal o permanente, tanto para especies alóctonas (migración invernal o reproductiva) o bien de especies nativas que huyen del asedio y deterioro de sus biotopos.

Sin embargo, en este contexto, es preciso destacar que tales similitudes ambientales y de biodiversidad entre estas reservas naturales, no solo sustentan la existencia de un pretérito ecosistema común, hoy fragmentado por áreas de cultivo, potreros, poblaciones humanas y caminos de todo tipo; sino que, también la factibilidad de establecer y desarrollar mecanismos de restauración y conectividad lógicamente necesarios y además políticamente signados en 1997 en la gran estrategia del corredor biológico mesoamericano CBM pactado entre los gobiernos centroamericanos más México.

Entendiéndose como corredor biológico según la comisión centroamericana de ambiente y desarrollo (CCAD) como un espacio geográfico delimitado, que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.

En cambio el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) en teoría fue y/o es concebido como una iniciativa o agenda política, determinada por la visión del bien común de los países Centroamericanos más México, y lo definen como un sistema de ordenación territorial compuesto por áreas naturales protegidas de diferentes categorías de manejo más sus interconexiones; organizado y consolidado para brindar un conjunto de bienes y servicios ambientales, tanto a la sociedad centroamericana como mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la

conservación y el uso sostenido de los recursos que posee" (Godoy 2003). Ver mapa de CBM en anexo 21

5.2.1. Accesibilidad.

Al área estudiada se llega ascendiendo hacia el sureste desde la comunidad el Naranjo ubicada en Estelí, justo en el km 138 de la carretera panamericana. El acceso al área se hace a través de camino permanente o de todo tiempo, tipo macadán (sin asfaltar) que conduce hacia las comunidades del Espinal, San Antonio y las Cuevas; todas ubicadas dentro o a la vera de la reserva. La movilidad en el interior del área estudiada (Zona núcleo de la reserva) existe una red de caminos terciarios y de madereo que permiten recorridos con vehículo de doble tracción o motocicletas, tanto en invierno como en verano y en al menos el 90% de la zona.

5.2.2. Fisiografía.

El área en general exhibe relieve irregular. La zona de reserva en sí está asentada sobre un macizo de pendientes que oscilan entre 15 y 45% con alturas entre 950 y 1,480 msnm. En términos hidrográficos se la concibe como un parte agua de las cuencas del río San Juan y río Coco.

5.2.3. Geología.

La Reserva Natural Tomabú se encuentra ubicada en una secuencia de edades Mioceno a Cuaternarias que corresponden respectivamente a rocas volcánicas del terciario (grupo Coyol Superior e Inferior). Las características superficiales de este, es que sus cerros generalmente tienen forma domal o cúpulas suaves hasta formar mesas, cerros endentados con grandes escarpas (rocas aglomeráticas), cerros bajos y ondulados, con algún predominio de calderas semi destruidas por la erosión por estar cubierta de rocas más jóvenes o por erupciones violentas. Plan de Manejo ad hoc Reserva Natural Cerro Tomabú, MARENA (sf)

5.2.4. Suelos.

Arcillosos a menudo muy pesados, color café oscuro, bien drenados, pH 5.5 – 6, profundidad efectiva 40 - 60 centímetros con esporádicos afloramientos rocosos en los taludes del cerro.

5.2.5. Clima.

La precipitación promedio anual más acertada está entre 800 y 1000 mm/año, con temperaturas que oscilan entre los 22° y 28° en periodos de verano y 16° a 20° en la época cercana a la navidad y hasta dos meses después de ésta.

No obstante estos valores descienden en función de la altitud, con un gradiente vertical de 0.6 °C por cada 100 metros de altitud; así en aquellas zonas de mayor altitud la medida anual es de 18.0 °C. La humedad relativa promedio suele ser entre 50 – 75%. Plan de Manejo Reserva Natural Cerro Tomabú, MARENA (sf).

5.2.6. Caracterización de la vegetación (Bosques).

La reserva en su conjunto, está compuesta por dos grandes zonas con formaciones boscosas bien marcadas, la primera representada por el área núcleo, con una superficie de (809.128 has) y una estructura boscosa mixta, compuesta por coníferas específicamente *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl (1838) y especies latifoliadas representadas mayoritariamente por el roble negro y el encino (*Quercus oocarpa* Liebman y *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham respectivamente, en condiciones relativamente degradadas.

La segunda zona, la constituye el área de amortiguamiento, con 1 316.351 has de superficie, y una estructura boscosa heterogénea, con especies propias del bosque seco tropical latifoliado; mayoritariamente caducifolio, florísticamente alterada en su composición natural; dada la introducción de especies arbóreas de interés antrópico, por ser ésta zona la mayormente poblada. Ver inventario en anexo 5 y 6 tabla 01.

5.2.7. Zona de vida del área estudiada según L, R Holdridge.

Atendiendo la magnitud latitudinal (ubicación hemisférica), altitudinal y la provincia de humedad de la zona, la reserva natural Tomabú se puede clasificar como una zona seca tropical, con provincias de humedad árida a semiárida a subhúmeda; de ahí la presencia de especies propias de bosques secos tropicales latifoliados y de coníferas.

La biotemperatura (b_t) calculada a partir de (13° de latitud y 23°C) en el periodo del presente estudio ascendió a 22.6°C , con evapotranspiración potencial (ETP) estimada hasta de 1,332.4 mm/año y precipitación promedio de 1,550mm/año que incide en una biodisponibilidad hídrica deficitaria, y refuerza aún más, la descripción y/o clasificación de una zona de vida tropical seca.

5.2.8. Tenencia de la tierra.

Según censo del Plan General de Manejo, el 90% de la propiedad es privada y el 10 % restante es estatal, dado que pertenece al Instituto Nacional Técnico Forestal INTECFOR.

5.3. Etapas de la investigación.

Esta se desarrolló en dos etapas principales, gabinete y campo. En la etapa de gabinete, se definió y caracterizó el área de interés o estudio (área núcleo reserva natural Tomabú), el tamaño de la muestra ($n=8$) equivalente al total de nodos o fincas afectadas, se determinaron las fuentes de información, es decir las personas naturales y jurídicas que debían ser abordadas; citando entre éstos al Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente MARENA, al Instituto Nacional Forestal INAFOR distrital y a los propietarios de fincas afectadas así como a los regentes que han y/o estuvieron involucrados en las actividades de saneamiento en la reserva.

En esta misma etapa se diseñaron los instrumentos de investigación que permitieron la auscultación y colecta de información de campo, como listas de cotejo, cuestionarios y entrevistas. Anexos 18,19 y 20.

En la segunda etapa (etapa de campo) se aplicaron los instrumentos antes citados, se levantó la información biofísica in situ, (área afectada) se determinaron y caracterizaron cronológicamente cada una de las actividades que conlleva la ejecución del plan de saneamiento, así como el impacto que generan en los medios bióticos, abióticos y sociales con su ejecución.

El levantamiento de la información florística (biofísica) del área alterada, se expone en detalle en anexo 5 tabla 01, la cual se obtuvo mediante la disposición aleatoria de parcelas circulares de 1000 m² (17.84m) de radio. Para la demarcación física de cada parcela, se empleó cinta métrica y cinta biodegradable, una vez delimitadas se procedió a determinar las magnitudes o características dasométricas de la población que esta encierra como:

Diámetro a la altura del pecho (Dap/m), para esto se empleó cinta diamétrica y forcípula; con estas magnitudes mediante la fórmula general ($g = \frac{\pi}{4} (Dap)^2$), se determinó el área basal lo cual se expresa en m²/árbol y /ha. Altura, esta se tomó desde la base hasta el ápice (altura total) empleando para ello un hipsómetro laser; así mismo, con los datos o magnitudes de área basal (g/m²) y altura se procedió a determinar el volumen (Vm³/árbol). La fórmula para determinarlo fue:

$$V = \frac{\pi}{4} (Dap)^2 * h * ff$$

Dónde:

Dap = diámetro en m

H = altura en m

f_f = factor mórfico o de forma (adimensional) establecido por el INAFOR en (0.43) para el pino en general.

Los valores de densidad poblacional por ha, se obtuvieron extrapolando la cantidad de individuos encontrados por parcela. Esta misma variable sirvió para determinar el espaciamiento teórico promedio por ha, aplicando la fórmula $Esp_{(m)} = \sqrt{\frac{(1ha)m^2}{No \text{ árboles}}}$, la variable edad se tomó con barreno de

Pressler, solo que a algunos árboles representativos de cada parcela para no infringir mayores daños al bosque. En anexo 04, cuadro 06 detalles de materiales y equipos utilizados en el inventario.

Para el inventario de fauna se realizaron transeptos aleatorios de avistamiento, los que fueron enriquecidos con inventarios previos. En esta actividad se emplearon binoculares Tasco de 10*50 y brújula forestal. Ver inventario en anexo 7; tablas 3, 4, 5 y 6.

5.4. Evaluación de los impactos.

Para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos derivados del proceso de control de la plaga (tala de saneamiento) se emplearon aspectos básicos de la metodología de los criterios relevantes integrados (CRI), de Buroz, 1990 y listas de chequeo; esto implicó el análisis exhaustivo de todas las etapas del plan de saneamiento orientado, y la determinación de cada una de las posibles alteraciones por sistema, medio (biótico, abiótico y socioeconómico) y componente. Ver anexo 08 tabla 07.

Posteriormente, en matrices similares a las empleadas en la metodología de Buroz 1990 se valoró y ponderó según los criterios abajo descritos cada uno de los impactos generados por actividad. La valoración de tales impactos se detalla en los anexos del 9 al 16 y cualitativamente se explican en los resultados.

5.4.1. Descripción y valoración cuali-cuantitativa de los criterios de evaluación de los impactos en cada una de las actividades y/o procesos del plan de saneamiento.

Criterios de evaluación.			
Cualitativos		Cuantitativos	
1	Naturaleza	1	Magnitud
2	Certeza	2	Importancia
3	Tipo	3	Reversibilidad
4	Tiempo en aparecer		
5	Duración o persistencia		
6	Considerado en el proyecto		
Cuadro 07			

- a) **Naturaleza (N)** valora el carácter del impacto, es decir la perniciosidad de la alteración, o bien la bondad o beneficio de este. El aspecto neutro valora la trivialidad del impacto, y si este es predecible pero difícil de valorar la alteración.

La valoración que adopta es del tipo cualitativo y se expresa bajo la nomenclatura siguiente.

(+) Positivo

(-) negativo

(N) neutro, si el impacto no produce efecto significativo o es indiferente trivial.

(X) previsible, pero difícil de cuantificar sin estudios específicos.

- b) **Certeza (C)** este criterio aborda la posibilidad de que ocurra o no el impacto.

(C) cierto, impacto ocurrirá con una probabilidad > 75 %.

(D) probable, impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50 y 75 %.

(I) improbable, se requiere de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto.

- c) **Tipo (T)** aborda el nivel de implicancia de la actividad sobre el impacto previsto.

(Pr) primario, el impacto es consecuencia directa de la acción ejecutada.

(Sc) secundario, el impacto es consecuencia indirecta de la acción ejecutada.

(Ac) acumulativo, cuando se deriva de la sinergia de acciones ejecutadas o de la sumatoria de repeticiones de la misma.

- d) **Tiempo en Aparecer.** Determina y/o se refiere al tiempo aproximado para que transcurra o se visibilicen los efectos de la actividad ejecutada. Para ello se han previsto los siguientes aspectos o variables.

(C) corto plazo, aparece inmediatamente después de la ejecución de la actividad propuesta o dentro de los seis meses posteriores, pero menor a un año.

(M) mediano plazo, aparece posterior al año, y menor a los 3 años después de la incursión.

(L) largo plazo, se manifiesta posterior a los tres años.

(ND) No definible sin estudios específicos.

- e) **Considerado en el proyecto o plan. Se refiere a la previsión o no del impacto.**
- (S) si, el impacto ha sido considerado en el proyecto.
- (N) no, el impacto no ha sido considerado en el proyecto.
- f) **Magnitud (I)** (Intensidad y Área): cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha ya sea en función de su intensidad o área.
- (1) baja intensidad, el área es pequeña y/o la actividad no altera significativamente el medio o sistema evaluado, aplica a nodos de 1 a 10 árboles afectados o de (300 a 10,000 m²).
- (2) moderada intensidad, la actividad no representa daño contundente y/o el área afectada no supera el 50% del total evaluado.
- (3) alta intensidad, el daño es letal o muy grave, o bien el área afectada supera el 50% y/o la capacidad de resiliencia del sitio, requiriendo acciones de restauración ecológica, biofísica o ambiental.
- g) **Importancia** este es un criterio que conjuga la valoración de la naturaleza y magnitud del impacto, así como la posibilidad de mitigarlo o revertirlo.
- (0) sin importancia.
- (1) menor importancia.
- (2) moderada importancia.
- (3) importante.
- h) **Reversibilidad**, este criterio describe la posibilidad de revertir o restaurar la alteración.
- (1) reversible
- (2) no reversible. (Irreversible)
- (0) No definible sin estudios específicos.
- i) **Duración. (D)** Define la perdurabilidad del impacto, lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se manifestarían las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.

- (1) corto plazo, si el impacto permanece menos de 1 año.
- (2) mediano plazo, si el impacto permanece entre 1 y 3 años
- (4) largo plazo, si el impacto permanece por más de 3 años.
- (0) No definible sin estudios específicos.

Para la ponderación de los criterios descritos se empleó la relación siguiente.

Los valores o pesos adjudicados a los criterios (**Magnitud, Importancia**) se multiplicaron para luego sumarse al producto de la suma de los valores dados a (**Reversibilidad y Duración**).

En cambio los criterios **Naturaleza, Certeza, Tipo, Tiempo en Aparecer** por ajustarse más a características cualitativas, se representan por letras, pero sin dejar de concebirse como variables de importancia en algunos impactos.

Para la valoración de las ponderaciones se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

Valoración cualitativa y cuantitativa de las ponderaciones

Magnitud	Valoración Cualitativa del impacto	Observaciones
1-4	Bajo	
5-9	Medio	
10-15	Alto o grave	

Cuadro 08.

VI. Resultados y discusión.

Los resultados en adelante expuestos, en primera instancia caracterizan la condición estructural básica de los elementos bióticos y abióticos que encierra la reserva, y que son de interés primario en el presente estudio, seguidamente, describe el daño ocasionado por la plaga del gorgojo y la ruta operativa y metodológica del saneamiento ejecutado, cerrando con la determinación y evaluación de los impactos y/o efectos derivados del mismo.

La caracterización biofísica (dasométrica) del elemento biótico de interés, es decir del bosque de pino del área núcleo; arrojo las magnitudes siguientes.

6.1. Inventario forestal área núcleo

Simplificando la información dasométrica de la tabla 01 del anexo 5, se puede señalar que el bosque y/o especie afectada presenta una estructura arbórea discetánea, multidoselar; florísticamente heterogénea o mixta; dado el típico acompañamiento del roble encino *Quercus olioides* Schltdl. & Cham y del *Quercus oocarpa* Liebm (1854) en proporción de 9-12% es decir aproximadamente (15 - 20) robles por hectárea, siendo *Quercus olioides* el espécimen que mayormente acompaña al *Pinus*; mientras que *Quercus oocarpa* tiende a formar rodales relativamente compactos en algunas zonas del área de amortiguamiento adyacentes al área núcleo.

En relación, a la estructura discetánea encontrada, esta se puede considerar como evidencia fehaciente del historial de gestión silvicultural deficiente al que se ha sometido la masa arbórea en esta reserva. En este sentido, aunque es aceptable y hasta cuasi normal una estructura relativamente discetánea en un bosque natural; aquí la estructura resultante exhibe un nivel de discetaneidad extremo, puesto que presenta masas arbóreas con todos los estados de desarrollo juntos en plena competencia y en la mayoría degradados o suprimidos.

En cambio en los estados de desarrollo regeneración y joven se encontraron áreas hasta de 2.5 hectáreas con urgencias biológicas y/o silviculturales como poda y raleo; mismas que de no ejecutarse a lo inmediato podrían constituirse en acciones inoportunas, dado que estas se sustentan en

la edad y capacidad dendroproductiva del sitio. A estos mismos estados de desarrollo se los encontró siendo afectados por el pastoreo y las malezas diversas. La población arbórea y/o estados de desarrollo aquí descritos (regeneración-joven) en su mayoría se ubican en las áreas taladas en los diferentes planes de saneamiento; dado que el árbol al ser tumbado desprende la totalidad de sus conos y semillas, mismas que son recibidas por una cubierta edáfica escarificada por el madereo practicado. También se encuentran masas derivadas de árboles semilleros que aún están en pie, compitiendo o suprimiendo a estas.

En los estados de desarrollo maduro y sobre maduro, se encontró que un 13% de estos han experimentado afectaciones físicas de leves a severas tanto en la corteza (tejido suberoso o de protección) como en los tejidos vasculares a nivel del fuste (xilema y floema) mayoritariamente en la zona basal comprendida en los primeros dos metros de altura; mismas que por sus características se atribuyen a *incendios forestales*¹⁷ (comunes en el pasado), a la actividad resinífera artesanal ejecutada furtivamente por los vecinos y a la extracción de ocote¹⁸

En este estrato y/o estado de desarrollo también se encontró afectaciones por *Cronartium conigenum* (Pat.) Hedgc. & N.R. Hunt. Enfermedad fungosa conocida como roya de los pinos, misma que la CONAFOR (2015) señala como una enfermedad provocada por un hongo que se presenta en los bosques de pino encino; debido al exceso de humedad y que llega a ocasionar la mortalidad de los conos y en consecuencia afectar la producción de semilla, sin embargo, no mata a los árboles, ni representa riesgo alguno para la salud humana, animal o cultivos agrícolas.

¹⁷ Hasta el momento de redacción del presente estudio los incendios forestales se consideraban prácticas del pasado; sin embargo en este periodo (Abril 2018) la reserva sufrió nuevamente incendios que ocasionaron daño total a la regeneración y población joven tanto de coníferas como de latifoliadas y lastimosamente incendios aparentemente provocados por los mismos pobladores de la reserva.

¹⁸ En el argot popular campesino el **ocote** es la madera de pino con altas concentraciones de resina aromática e inflamable por lo que se emplea como leña de hoguera en las casas rurales, típica al centro de las tertulias campesinas nocturnas; también se suele horadar o perforar pequeñas pilas en el fuste de estos árboles para coleccionar y extraer la resina que utilizan con fines medicinales.

Es preciso resaltar que los árboles afectados por *Cronartium conigenum* en su mayoría se encontraron en las partes bajas o depresiones topográficas de la zona en estudio, comúnmente conocidas como zanjones o cañadas donde existe mayor heterogeneidad florística principalmente de su huésped alternativo, el roble y donde la humedad y las altas densidades por unidad de área son mayores.

El árbol infectado, es fácil identificarlo, dado lo conspicuo de los conos afectados y la frecuencia de aparición de estos en la copa del árbol. La afectación en los conos se da a nivel tisular y se caracteriza en primera instancia por experimentar cambios exponenciales o atípicos en su tamaño (hipertrofia), amarre total de las brácteas tectrices, y exposición superficial de resina transparente; que armoniza sobre el color café claro del cono.

El avistamiento de estos conos afectados se facilita mediante avanza la enfermedad (afectación) dado que estos, se cubren de una sustancia farinácea (esporas) de color amarillo anaranjado, que con facilidad dispersa el viento, para seguir con su ciclo de vida, siempre que encuentre el huésped adecuado y las condiciones ambientales idóneas.

Al respecto se entrevistó a técnicos y propietarios de bosques, y ambos grupos expresaron que tal afectación, no incide significativamente en las tasas de regeneración natural del bosque; no obstante, se carece de datos o estudios que en realidad dimensionen el daño o grado de afectación de éste hongo, que en efecto, logra esterilizar por completo al cono, e impedir la producción y diseminación de semillas al menos de los afectados.

Siguiendo con la caracterización del bosque afectado, se encontró que la estructura vertical de este en el área núcleo, logra definir tres estratos principales; que atendiendo la clasificación de Kraft (1884) son, el dosel dominante que se encuentra constituido y/o dominado por el *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl (1838), el dosel codominante, predominado por las fagáceas, específicamente el roble encino *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham. (1830) y *Quercus oocarpa* Liebm o segovienses, con apariciones esporádicas de quebracho de cerro *Lisyloma sp* culminando en un tercer estrato o sotobosque que lo conforma mayoritariamente matorrales de helecho macho *Pteridium aquilinum*,

zarzas negra y playera *Mimosa albida* y *pigra* respectivamente, casi siempre tapizadas por la temida picapica *Mucuna pruriens*, con ocasionales parches de grama común *Paspalum notatum*, que oportunistamente aprovecha los espacios que ocasiona la deforestación.

6.2. Inventario forestal área de amortiguamiento

Respecto al área de amortiguamiento, se encontró, que la estructura florística se enriquece conforme se descende hipsométricamente sobre la base del cerro, formando así rodales aislados significativamente heterogéneos, compuestos por especies arbóreas latifoliadas propias de bosque seco tropical. Ver inventario completo en anexo 06 tabla 02.

Junto a esta misma formación arbórea, se logran apreciar una diversidad de especies frutales y ornamentales propias de ecosistemas antrópicos, dado que la reserva está siendo urbanizada sin control alguno por parte de las autoridades pertinentes. Cabe destacar que las especies frutales y ornamentales se encuentran como cortinas rompe vientos, cercas vivas en potreros y viviendas, sin embargo; por no aportar a los objetivos del presente estudio, no fueron sujetas a inventario o medición alguna.

6.3 Inventario de fauna.

Estas en su mayoría fueron citadas por habitantes de la zona y propietarios del bosque, así como, por avistamientos in situ realizados durante los inventarios; otra parte surge de reportes científicos del MARENA e INTECFOR. Ver reporte completo en anexos 07, Tablas 3, 4, 5 y 6.

Del inventario de fauna aquí expuesto, se concluye, que la riqueza faunística o biodiversidad de la reserva natural Tomabú, es relativamente pobre en cuanto al número de especies y de individuos por especie, tal condición, podría deberse entre otras causas a la poca alimentación y cobijo que suelen ofrecer los ecosistemas de pino; como lo es la reserva natural Tomabú, al tamaño relativamente pequeño de la reserva, a la poca presencia de cuerpos hídricos superficiales y perennes en la zona, a la actividad antrópica creciente (ganadería extensiva, agricultura tradicional, casería y expansión urbana derivada de la fácil accesibilidad y cercanía con la urbe de Estelí y La Trinidad, a la carencia

de monitoreo y/o vigilancia de las instituciones pertinentes, a la falta de un plan de gestión ambiental e integral de la reserva y a una organización y visión comunitaria deficiente etc.

En este contexto, Sonco (2013); refuerza una parte de lo planteado, al expresar, que el tamaño o número de la biodiversidad alfa α en un ecosistema, está dado por la relación área-especie, es decir, a mayor área mayor cantidad de especies, o bien, se asocia a factores ambientales, locales e interacciones poblacionales, en particular la competencia interespecífica.

6.4 Condición y Caracterización hidrográfica del área de estudio.

Por sus características geomorfológicas, topológicas y altitudinales, se encontró, que dicha reserva se constituye en una zona de relevancia hidrográfica e hidrológica, dado que, actúa como parteaguas de las dos cuencas hidrográficas binacionales más grandes del país, la cuenca del Río San Juan (9525¹⁹) y la cuenca del Río Coco (9516).

La cuenca del San Juan, se sirve del drenaje superficial (tributo hidrológico) que llega a través de la quebrada grande, que fluye exiguos volúmenes intermitentes desde la ladera suroeste de ésta reserva hacia el Río la Trinidad y Río Viejo, que luego culminan como tributarios permanentes en los lagos Xolotlán y Cocibolca, para enrumbarse al gran Río San Juan.

Por el noreste, la reserva reparte su drenaje entre la depresión del poblado de San Antonio que drena al Río Viejo de la Trinidad y Quebrada la Gavilana/El Sapote que drena intermitentemente desde El Naranjo hasta el Río Estelí, tributario de relevancia de la cuenca del río Coco.

En cuanto a la hidrografía superficial, la reserva exhibe una red hídrica endógena distante, efímera y relativamente superficial (poco profunda o tallada) e inclinada, ocasionalmente resguardada por un frágil y ralo bosque de galería, compuesto por escasas especies perennifolias, lo que justifica aún más la poca presencia de fauna y agua en la zona.

Sin embargo, en el contexto de los servicios ambientales, es obvio que esta pequeña zona de montaña, aún con su frágil formación boscosa (*Pinus oocarpa* y robledales mayoritariamente) logra infiltrar

¹⁹ Código numérico dado a las Unidades Hidrográficas (UH) de Nicaragua según la metodología Pfafstetter.

y/o captar un importante y aún no estimado (determinado) volumen de agua hacia los mantos subterráneos y superficiales de los valles y/o poblados adyacentes de la Trinidad, Santa Cruz, San Antonio y Estelí.

El desconocimiento de los volúmenes de infiltración y potencial de aporte de esta reserva, podría estar demeritando la relevancia socio ambiental de esta, y por ende el poco o nulo interés que en este aspecto le conceden.

6.5 Caracterización social general.

Las personas oriundas de la zona de reserva se han caracterizado por ser gente amable, de proceder mesurado, esquivos al proselitismo ideológico de masas, y a la organización sociopolítica, con un elevado fervor dogmático religioso en su mayoría católico y evangélico.

En términos educativos generales, se los puede clasificar como una población relativamente culta, con acceso inmediato y permanente a centros educativos en todos los niveles, desde preescolar hasta técnico y universitarios.

En cuanto a los servicios básicos, las nueve comunidades adyacentes, cuentan con luz eléctrica en un 100%, telefonía celular, tv por cable y hasta internet en centros educativos como INTECFOR y comunidad Santa cruz; sin embargo el acceso al agua potable es su mayor debilidad, existiendo graves problemas de abastecimiento, en comunidades como Mechapa, Tomabú, Subtiava, Los Laureles, Santa Cruz, Guasuyuca y Las cuevas, todas ubicadas en la zona baja o base del cerro.

El problema de acceso al agua, se complica aún más con el incremento de la demanda que ocasionan nuevos habitantes, que llegan a establecerse en la zona; atraídos por el microclima, la belleza natural de la zona y lo peculiar de sus pobladores.

La llegada de estos nuevos habitantes, en ocasiones se ve asociado a la tumba de bosques y al cambio de uso de suelo de áreas restaurables ya sea con la introducción de nuevas especies y cultivos exóticos como el de flores y helechos que se desarrolla a mediana escala en la zona núcleo de la reserva o construyendo complejos habitacionales, negocios y pequeñas fábricas contraviniendo la restricción establecida en la legislación ambiental nicaragüense.

Respecto a la ocupación o empleo de los comunitarios, se encontró que esta es diversa; los mayores suelen seguir ocupándose de las labores agropecuarias a lo interno de la reserva, mientras que los jóvenes trabajan en las urbes de Estelí y la Trinidad o bien dedicándose al estudio.

6.6. Caracterización de la zona afectada.

Durante las visitas in situ a cada uno de los focos o nodos, se observó que el daño ocasionado por *Dendroctonus* e *Ips* sp, se desarrolló de manera indistinta, en individuos y poblaciones con un horizonte diamétricos de 0.09 a 0.59 metros, alturas de 8 a 29 metros y edades de 8 a 45 años; según muestras de barrenos de Pressler y análisis fustal.

De esto se deduce, que al menos aquí en la reserva, la plaga no exhibió o marcó un patrón particular de daño o comportamiento; no obstante, es oportuno citar, que en dos de los ocho focos evaluados, se presentaron árboles (dos específicamente) incólumes al ataque del gorgojo, es decir, estaban o quedaron dentro de los focos, pero sin daño alguno, a pesar de ser de la misma especie, edad y de estar en la misma ruta de daño del insecto.

Respecto a las características de cada fase de daño, no se encontró diferencia significativa entre estas y las citadas y/o descritas por el INAFOR y demás investigadores. De ahí que, la fase uno de manera similar a lo descrito por Billings y Espino (2005) exhibió entre otras características las siguientes:

Fase uno. (Pinos con ataque inicial)

Copa verde a la distancia, no obstante al observarse de cerca se evidencia una ligera o tenue afectación clorótica en al menos una o dos acículas por fascículo foliar.

Grumos de resina frescos; dada su consistencia suave, color entre blancos a crema rosáceos, por lo general pegajosos al tacto, y olor fuerte a resina casi siempre acompañados de aserrín rojizo claro.

Corteza adherida relativamente fuerte al fuste, sin embargo, se logró evidenciar cierta resequedad y cambio de color en la superficie del cambium vascular (tejido meristemático) específicamente entre la corteza y el floema (tejido criboso) secundario. Tal característica se acentúa más a medida que pasan los días y se incrementa el grado de afectación.

Fase dos.

En esta fase, de lejos se notó la copa amarillenta de los árboles afectados, y de cerca abundantes grumos color blanco, crema o café ya solidificados sobre la corteza, con ocasionales víctimas de gorgojo en su interior cristalino, producto del frustrado sistema de defensa del árbol. Debajo de la corteza se presenta una superficie inhabilitada (fisiológicamente muerta) color café, con un sistema azaroso de galerías sinuosas, con ocasionales larvas de color blanquecino o cremas.

Tales galerías, se presume son las causantes aparentes de la interrupción del flujo de savia a través del fuste; aunque algunas investigaciones sugieren y/o citan, una especie de sinergia entre el insecto y un simbionte el hongo (*Ceratocystis sp*) que inocula la hembra durante perfora la galería, de manera tal, que inhabilita el sistema de defensa del árbol, al someter el tejido xilemático a un acelerado proceso de pudrición fúngica que beneficia las labores fisiológicas del insecto. En tal sentido, Hemingway, McGraw & Barras (1977) manifestaron, que es comúnmente aceptada la muerte de los árboles afectados por *Ceratocystis minor*; Hedge, Hunt debido a una reducción en la conducción del agua del tallo, a tal grado que se produce marchitamiento.

Barras (1970), Meeker, Dixon, Foltz & Fasulo (2000), encontraron, que el hongo de la mancha azul de la madera en pino; el *Ceratocystis minor*, es frecuentemente asociado con el escarabajo del pino del sur, *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, afirmando, que estos introducen el hongo en el floema del árbol, y desde allí se extiende al xilema, donde causa un rápido marchitamiento a este; así mismo señalan que hay poca información sobre el papel de este hongo en el micro hábitat del insecto, específicamente en el floema del huésped, y que los aislamientos (estudios) de *Ceratocystis minor* no se han hecho en floema, sino desde y sobre galerías llenas de excremento a nivel de xilema.

Meeker, Dixon, Foltz & Fasulo (2000) señalan a las hembras adultas, como responsables de localizar y seleccionar el huésped (árbol), perforar la corteza, iniciar la construcción de la galerías en forma de S que se cruzan entre sí en el floema interno y emitir la feromona de agregación (frontalin), que atrae

a los machos y más hembras al árbol. El ataque masivo agota la capacidad de producción de resina del árbol, lo que hace que cese el flujo de resina y que este sea superado fácilmente.

Fase tres. (Árboles muertos y abandonados).

En esta etapa, la corteza resultó ser fácilmente desprendible y con una diversidad de orificios de salida de los insectos, la copa adquirió un color rojo marrón, como preludio de la defoliación si se los deja en pie. Llamó mucho la atención encontrar árboles en tales condiciones dentro del bosque o rodal, rodeados de árboles sanos, pero que por razones aún desconocidas se dio la suspensión repentina del ataque, o bien árboles sanos en focos ya abandonados.

Pino con afectación fase tres



Imagen 18 Aguilera 2017

En esta etapa las trosas al ser descortezadas exhibían galerías de *Ips* y presencia del moho azul. Billings y Espino (2005) sostienen que las galerías en forma de "Y" o "H" que están vacías de aserrín indican ataques de los gorgojos descortezadores del género *Ips*,

en cambio las galerías en forma de "S" llenas de aserrín caracterizan los ataques de *Dendroctonus frontalis*.

Billings y Espino (2005) señalan que los escarabajos de *Ips* se encuentran en los mismos árboles atacados por el *Dendroctonus frontalis*, ocupando la parte superior del fuste. En el caso de pinos tumbados o trozas, la presencia de aserrín de color café sobre la corteza es otro signo del ataque de *Ips*, y subrayan que el género *Dendroctonus* solamente ataca árboles en pie. En cambio, los de *Ips* prefieren colonizar pinos tumbados o árboles en pie muy debilitados por sequías, resinación severa, fuegos u otras causas y rara vez producen brotes en expansión. Considerando esta última aseveración

podría decirse, que los casos de suspensión repentina se deban al ataque de *Ips* sp, que al no encontrar huéspedes vulnerables adyacentes suspendió el ataque y emigró.

7. Desglose y descripción de las actividades ejecutadas para el saneamiento o control de la plaga según etapa.

Las acciones ejecutadas antes, durante y después de activado el protocolo de saneamiento y control de la plaga del *Dendroctonus* e *Ips* sp, se desarrollaron y describen en orden cronológico de la manera siguiente.

7.1. Pre saneamiento.

En esta fase, se encontró, que el productor o en su defecto el regente forestal legalmente designado es el que acude a la delegación del INAFOR y/o MARENA a reportar la afectación o foco a como manda la ley 462, ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal capítulo V arto 33 y 34.

Cabe destacar, que el reporte al MARENA se realiza cuando el área afectada está bajo el contexto de áreas natural protegida, como en este caso, dando así cumplimiento a lo establecido en el capítulo III, Sección 4 arto 26 de la L-462 ya citada.

Una vez reportado y/o conocido el caso, el MARENA dispone (dispuso) según lo establecido en el arto 3 y 5 de las disposiciones administrativas para el manejo sostenible de los bosques latifoliados, coníferas y sistemas agroforestales “Resolución Ministerial N° 015-2008” dar paso a la elaboración del plan de saneamiento por un **regente**²⁰ de conformidad al Capítulo V, artículo 33 de la Ley 462 y numeral 4.3.2 de la normativa técnica obligatoria nicaragüense para el manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas NTON 18 001 - 12; mismo que será y/o fue expuesto ante una comisión interinstitucional compuesta por el INAFOR, MARENA, IPSA, Alcaldía, regente

²⁰ Según la L-462, Capítulo 2, sección 5, artículo 9, un **regente forestal** es: El Profesional o Técnico Forestal acreditado por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), para que de conformidad con las leyes y reglamentos, garantice la ejecución del Plan de Manejo Forestal aprobado por la autoridad correspondiente, en una unidad de producción. El Regente Forestal es contratado directamente por la persona o empresa responsable de los manejos.

y otros para su autorización preliminar, dado que, es el MARENA central a través de la COMUFOR quien da y/o dio el visto bueno o autorización definitiva para que el INAFOR proceda o procediera con la autorización y acompañamiento técnico y legal al regente designado.

El plan o instrumento a elaborar (do) se hace conforme lo estipulado en el numeral 6.3 “De la Protección Forestal” de la NTON para el manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas (2014), el numeral 8.11 de la NTON para el manejo del recurso forestal en áreas protegidas y el artículo 10 de la Resolución Administrativa 11-2015.

Una vez aprobado el saneamiento se procede (ió) a la construcción y/o rehabilitación de caminos y patios de acopio, se abrieron carriles para delimitar y georreferenciar el área, se hace o hizo el mapa e inventario para determinar la cantidad de árboles afectados por área y fase de afectación, luego se determina (ó) el volumen en m³ a extraer o derribar.

7.2. Saneamiento.

Esta fue, o es la fase operativa del plan de saneamiento (fitosanitario), aquí se desarrollan las operaciones de tumba (derribo), desrame y troceo o seccionamiento de los árboles afectados y adyacentes necesarios; el medio empleado para esto, es o fue, la motosierra, machete y hacha.

Posterior a esto, se dio el madereo o arrastre semi suspendido de las trozas hacia el patio de acopio; el medio empleado para esto fue bueyes y tractores agrícolas, en algunas ocasiones provistos de winsche. Durante esta actividad se observó que las trozas logran alterar significativamente los primeros 18 cm de cobertura u horizonte de suelo, constituido en su mayoría por un material biomásico de acículas de pino en diferentes estados de descomposición.

Una vez que la madera estuvo en el patio de acopio se procedió al descortezado y fumigación de la troza, esta actividad se ejecutó de manera manual, haciendo uso de palas con filo y bombas de mochila de 20 litros del tipo mecánicas.

El insecticida utilizado fue cipermetrina²¹ y ninguno de los entrevistados evidenció la prescripción oficial del mismo, aduciendo que es un insecticida de uso común y que las autoridades no lo prohíben.

La ejecución de todas las actividades citadas (Tumba, troceo, desrame, descortezado, madereo y aplicación de insecticidas) se realizó desatendiendo los protocolos básicos de protección física y ambiental, así como de ergonomía básica.

Respecto a la actividad de tumba, se pudo evidenciar que la cantidad de árboles sanos adyacentes (al foco o afectados) que se cortan como manda el protocolo o técnica de saneamiento, son seleccionados según criterio del regente y del maderero; siendo común (60% de los casos) que dicha cantidad fuera excedida discrecionalmente, argumentando fundamentalmente altos costos del saneamiento. La tumba de tales árboles evidenció en la práctica una ampliación del área afectada y por ende la magnitud del impacto.

7.3. Post Saneamiento.

Esta etapa en la práctica no suele ejecutarse de manera **completa** y **pertinente**, no obstante aquí se describe para evaluar las actividades omitidas. Entre las actividades que se debiera(ó) ejecutar se citan principalmente el cercado total del sitio tratado, rotulación y limpieza del mismo, plantación o siembra (restauración) en el primer mes del invierno inmediato, construcción de obras de conservación de suelo y agua, constitución de brigada de monitoreo, prevención y control de plagas, incendios forestales y daño antrópico.

Las actividades post saneamiento que se encontraron fueron, limpieza o chapea del sitio y solo en el 20% del total de nodos analizados. El mecanismo empleado en su ejecución fue la quema en manchones de todos los residuos, ramas y corteza de los árboles tumbados, no involucrando la

²¹ Insecticida piretroide de amplio espectro, es un veneno no sistémico, no volátil, insoluble en agua que actúa por contacto e ingestión. **Ecotoxicidad** se degrada relativamente rápido en los suelos, principalmente por procesos biológicos, en aire y agua no hay datos disponibles (Leahey 1979, Sakata et al., 1986). Altamente tóxico para abejas y extremadamente tóxico para peces CL50 : 5×10⁻⁴ mg·L⁻¹

limpieza total (chapea) del sitio para eliminar malezas oportunistas constituidas por matorrales y pastos descritos en inventario.

1. Descripción de la Ruta Operativa del Saneamiento.

Entiéndase así al conjunto de actividades que fueron realizadas durante la ejecución del plan fitosanitario antes descrito. De manera gráfica se presentan en el siguiente flujograma.

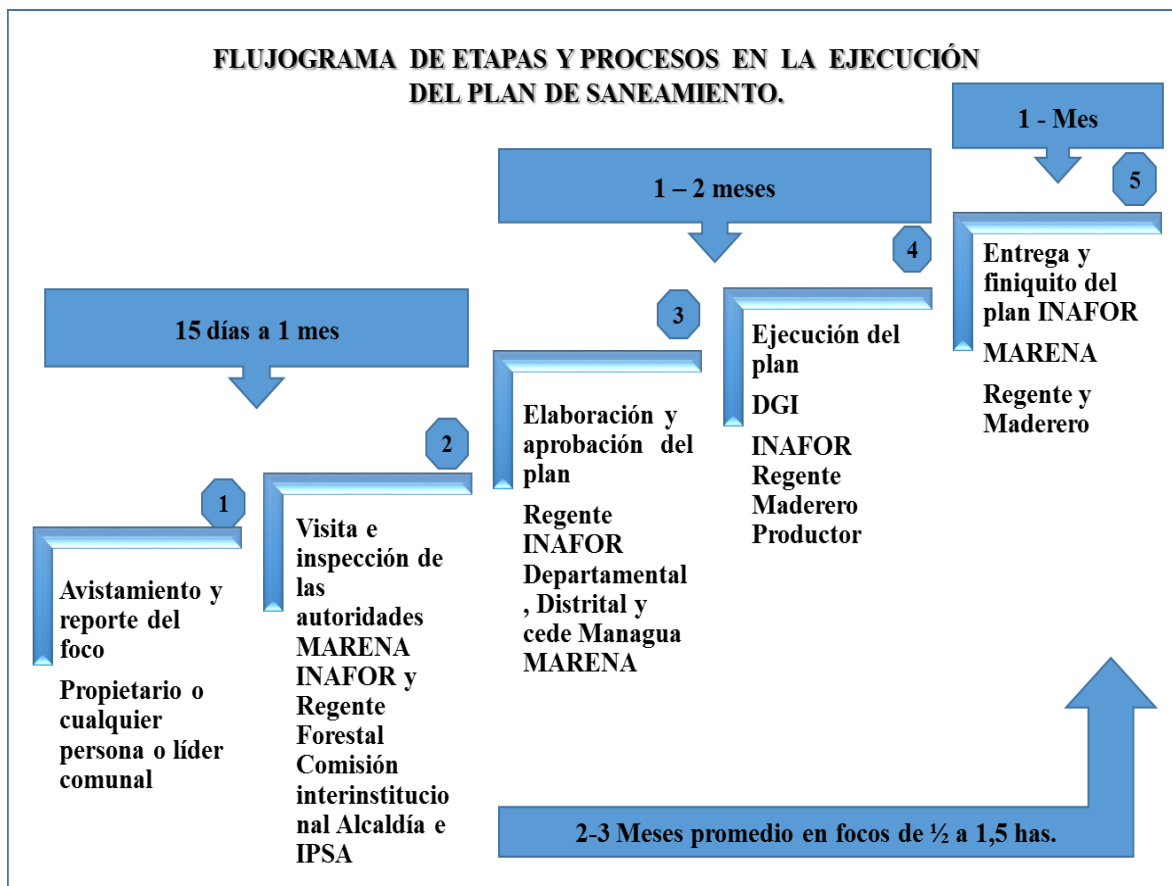


Imagen 19

Este flujograma, explica la ruta o secuencia cronológica en que se desarrollaron cada una de las actividades del plan de saneamiento, así como las personas naturales y jurídicas involucradas en las mismas, desde el periodo de avistamiento y notificación del foco, hasta su finiquito o control.

Para su construcción se consideraron las respuestas a las entrevistas, cuestionarios y visitas in situ a cada foco.

Del procedimiento aquí expuesto, se puede deducir que el periodo transcurrido entre la etapa uno (avistamiento y notificación del foco) y la etapa cuatro (ejecución del plan) es el periodo suficiente (60 días) para que eclosionen casi dos generaciones de gorgojos y que se constituya un foco con capacidad destructiva suficiente dado que el ciclo de vida dado para el *Dendroctonus frontalis* es de 30-35 días por generación entre 9 -12 generaciones al año y más, si se trata del género *Ips*, dado que, de este se reporta un ciclo de vida relativamente menor 18 a 25 días.

Esto mismo nos ayuda a explicar en parte; el porqué del tamaño relativamente grande de los focos al momento de ser tratados, y la presencia de árboles afectados en todas sus fases, principalmente de la fase tres de infección representada por árboles muertos.

Por su parte las entrevistas arrojaron como causales principales del largo periodo entre una y otra etapa de gestión, a problemas para reunir o concentrar la comisión interinstitucional antes citada, ausencia del o la delegado del INAFOR, falta de guías o remisiones, falta de recursos humanos y materiales, entre los que se destacan los siguientes: vehículos para inspección, combustible, viáticos y la falta de conciencia ambiental del productor al no reportar focos de diámetros menores o de difícil acceso principalmente violentando así la ley 462.

2. Método de control evaluado.

En el 100% de los focos estudiados se encontró que; el método empleado para controlar la plaga del gorgojo fue una especie de mecanismo ecléctico o mezcla entre el método. Cortar y Aprovechar y Faja de Contención. Para la ejecución de este método el regente primeramente ubicó y geo-referenció el foco; así mismo determinó la dirección expansiva de este, luego ejecutó el inventario respectivo del rodal afectado, marcando a la vez los árboles a extraer, siendo en este momento cuando determina cuales y cuantos árboles extraer, incluyendo los árboles sanos adyacentes que conforman la faja de contención la cual adquiere forma de herradura y el ancho similar a la altura promedio de los árboles afectados y como se dijo antes, se ubica justo al frente de la dirección o rumbo del ataque.

Vale citar, que durante el último año de la presente evaluación, la faja de contención paso a ser más analizada por el técnico institucional y la aprueban según dimensiones del foco, quedando siempre a discreción la decisión de hacerla o no.

En la práctica se encontró que esta (la faja de contención) no responde satisfactoriamente a los objetivos por los cuales se construye, dado que se presentaron focos esporádicos en el bosque afectado, es decir no evidenció fehacientemente resultados satisfactorios respecto a su construcción.

10. Descripción y valoración de los impactos según la actividad ejecutada, el medio principal involucrado y los criterios planteados .ver matriz anexo 9.

10.1.Actividad 01. Construcción y/o Reparación de Caminos y Patios de Acopio.

Esta es una actividad fundamental, de consecuencias relevantes, por tal razón requiere de una planificación y análisis detallado, estudios específicos relacionados con la topografía y el tipo de suelo (textura y estructura), el área de bosque, volumen de madera o bosque afectado y posible de afectar; así como el volumen comerciable, el régimen de precipitación máximo de la zona y el marco técnico y jurídico del país.

La construcción o reparación de caminos (vías de acceso) es una actividad justificable y hasta necesaria en términos de gestión integral del recurso, no obstante debe presentarse alternativas suficientes de mitigación o sustento técnico para ejecutarse, dado que los impactos ocasionados son drásticos y permanentes.

En el presente estudio no se registró tales acciones, dado que el área Tomabú ya contaba con infraestructura vial de aprovechamientos pasados, y solo se requirió la restauración de pequeños tramos de camino y la ampliación de algunas curvas o vueltas que se encontraban muy cerradas y dificultaban el tránsito de camiones.

En este contexto se aplicó un ancho de despale de 4-5 metros y 0.10 de grueso de enchape o revestimiento que es lo prescrito para caminos secundarios por la normativa técnica obligatoria

Nicaragüense NTON – 18 001-12 librada para el manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas.

Considerando tales dimensiones y las magnitudes dasométricas determinadas en la tabla 01 del anexo 5, concernientes al área basal, altura, espaciamiento promedio y factor mórfico se tendría una afectación proyectada por despale o despeje de vía de 4,500 a 5,000m² de superficie (0.45/0.5 has) por cada kilómetro de vía y una afectación arbórea entre 76 y 84 árboles/km de camino construido, lo que asciende a un volumen aproximado de 61.87 a 68.39 m³/km, asumiendo un volumen de 0.814 m³/árbol (pino) y una relación matemática de **Volumen** = $g \cdot h \cdot f_m$.

Respecto a los patios de acopio, se encontró, que los volúmenes movidos o talados, no ameritaban la construcción o adecuación de patios (áreas de recepción) por lo que se cargaba o cargó, en los mismos sitios tumbados, aprovechando áreas inclinadas y depresiones.

En síntesis la alteración biofísica resultante de la reparación de tramos de camino y adecuación de curvas, en términos relativos se clasificó como una actividad relativamente drástica, dado que removió hasta 20 cm de profundidad (descapote húmico por ser suelo forestal) y de 3 a 4 metros de ancho en toda la carpeta de rodado restaurada para un total aproximado de 380 metros lineales según registros.

En términos específicos la evaluación de los impactos derivados de la actividad 01 (anexo 9) encontró afectación media, de naturaleza negativa en los elementos suelo, bosques y fauna. En suelo se registró alteración en la cubierta vegetal, seguida de erosión con magnitud (7), en bosque se evidenció afectación a la regeneración natural magnitud (7) y en fauna se registró una alteración media relativamente alta; dada su magnitud (9), esto se explica no tanto por el efecto directo de la apertura o ruido generado, sino por la posibilidad de incrementarse las incursiones al área, ya sea por objetivos de casería, turismo y otros. Vale resaltar que la afectación en suelo se sustenta por la aparición de grietas hasta de 10cm de profundidad por 15cm de ancho transversal al camino y de mayor tamaño

en las márgenes actuando a manera de cunetas, además se evidenció pequeños volúmenes de azolvamiento o sedimentación en vados y/o zonas bajas, alcanzando hasta 15 cm de alto; sin embargo la apertura del camino, vista desde la posibilidad de atender la infección por gorgojos, incendios y el cuidado mismo de la reserva podría valorarse como una actividad o acción positiva de magnitud alta dado que alcanzó una ponderación de (12).

10.2 Actividad 02. Inventario forestal.

En este tipo de bosques, el inventario forestal es una actividad que no suele ocasionar alteraciones que superen siquiera la magnitud baja de esta escala de ponderación (1-4); como si lo haría, en un bosque latifoliado, (seco o húmedo) donde existen especies con altos índices de valor de importancia (IVI) y bajas frecuencias relativas, que podrían ser cortadas o eliminadas por los baquianos durante despejan el área principalmente en bosques densos; he ahí la relevancia de seleccionar y capacitar previamente al personal de campo sobre gestión forestal integral.

No obstante en el presente estudio las actividades desarrolladas en el marco del inventario forestal no registraron alteración biofísica significativa en el entorno tratado.

Las alteraciones registradas, involucraron la limpieza o chapia del perímetro del área afectada, y la demarcación y marqueo con arábigos consecutivos de cada uno de los árboles afectados, empleando para esto, pintura en spray, misma que aunque es una sustancia ajena al medio y lógicamente nociva al ser humano; no lo logró provocar daños visibles inmediatos a los componentes del medio (bióticos y abióticos) ni al obrero aplicador, a pesar de no haber empleado ni el mínimo de precaución durante la aplicación como gafas, nasobucos u otros; tal vez por la cantidad relativamente pequeña que fue utilizada (2-4 frascos de 400 ml por foco/1-3.5 has) o, por considerar a la sustancia como poco tóxica.

Sin embargo, instituciones ambientalistas y certificadoras como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, la Organización Internacional de Normalización ISO 9001 entre otros, reportan cierto grado de afectación ambiental por el uso de aerosoles dado que contienen sustancias

propelentes a base de clorofluorocarbono CFC, “*en particular el R22, un derivado de hidrocarburo saturado de alta estabilidad, de ahí que en la actualidad está prohibido por el daño que provoca*”²² a la capa de ozono y al cambio climático, por considerarse gases de efecto invernaderos GEI, que en países como el nuestro, que carece de mecanismos eficientes de regulación en la materia logran aun colarse o comercializarse.

Vale sustentar que los recipientes revisados carecían de etiquetado técnico completo que evidenciara los componentes específicos del recipiente y la institución certificadora responsable; además en todos los nodos estudiados, estos fueron tirados al suelo constituyéndose en basura.

10.3 Actividad 03. Tala, troceo y desrame de árboles (tala de saneamiento)

La tala de árboles en sí, independientemente de la cantidad que se derribe o del objetivo que se pretenda alcanzar con esta (aprovechamiento, saneamiento, raleo etc) demostró ser una actividad contundente, con capacidad suficiente de alterar de manera inmediata y significativa las características biofísicas del entorno donde se practica.

La tala de saneamiento²³ ejecutada en la reserva natural Tomabú, específicamente en el ecosistemas de pino; como respuesta profiláctica y curativa a la afectación del gorgojo (*Dendroctonus* e *Ips* sp) causó cambios drásticos en la estructura y dinámica homeostática de este biotopo.

Entre las perturbaciones directas e indirectas avizoradas, sobresale el despale (tala) total o parcial de áreas compactas o rodales con tamaños desde ½ a 15 hectáreas, con una ponderación negativa de 14 que la clasifica como grave.

En este contexto es preciso resaltar, que la magnitud de daño, en áreas boscosas de estructura homogénea o pura (solo pino), exhibieron escenarios de deforestación total (tala rasa), mientras que

²² «https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Propelente_de_aerosol&oldid=8353503»⁵

²³ Llamada así por el objetivo teórico que la sustenta. En el argot y/o praxis silvicultural se concibe como la erradicación total de los árboles afectados por gorgojo más los sanos adyacentes inmediatos que posibiliten su traslado al interior del bosque.

en rodales heterogéneos (pino – roble) el escenario fue parcial, no obstante, con afectación física por derribo hasta en el 35% de los árboles remanentes, de roble y otras especies hasta en el 55% de los focos tratados.

Así mismo, es pertinente citar; que en la práctica, éstas áreas y por ende el daño, se logra magnificar cuando se adiciona el corte de árboles sanos adyacentes al frente vivo del foco; dado que, el tratamiento prescribe la construcción discrecional de una faja o barrera de contención, con un ancho equivalente a la altura promedio de los árboles afectados; aunque por lo general, alcanzan entre 20 y 50 metros de ancho, y aun así, la efectividad de esta no logró ser convincente, puesto que, los entrevistados (regentes y propietarios de bosques) reportaron afectaciones o nodos secundarios en áreas circundantes con distancias entre 80 y 750 metros durante el mismo periodo de afectación. Quedando así la disyuntiva sobre la necesidad de hacerla o no.

Como efectos secundarios o derivados de la tala, se reporta y/o encontró alteración drástica, directa e inmediata en las condiciones y características biofísicas del sotobosque; el cual pasó de ser un espacio (biotopo) expuesto a niveles de iluminación parcial o atenuada, a niveles de iluminación y ventilación total o mayores, que lograron, no solo elevar la temperatura a nivel del suelo, entre 1-2.5°C, sino que, también la evaporación y daño total de los especímenes arbustivos de potencial desconocido.

La penetración del sol y el viento, primeramente reseco, la típica cobertura de acículas del bosque de pino, refugio por excelencia de una diversidad de micro y macro organismos; tal vez bioreguladores o descomponedores en este ecosistema, y en segunda instancia ralentizó el proceso de descomposición biomásica (humificación) y formación de suelo orgánico, o bien expuso la misma al arrastre por el viento.

Respecto a la afectación florística se encontró afectación específicamente en el gremio o grupo ecológico de las esciofilas representadas por algunos musgos, helechos y una especie en particular aparentemente de Fagaceae o robles arbustivos y Mirtáceas que contribuyen grosso modo a mitigar

el arrastre e impacto de la lluvia y el viento, amarrar el suelo, mantener la humedad y propiciar la infiltración, además de servir de alimento, nido o refugio a especies de aves, roedores y reptiles.

Como evidencia de tal alteración, se cita el avistamiento de nidos y oquedades deshabitadas con características de haber sido de aves pequeñas (colibríes y tórtolas) como de algunos mamíferos menores como el armadillo o cusco dasipódidos (*Dasypodidae* Gray, 1821) y el ratón de montaña alimento de la boa (*boa constrictor*), del cascabel (*crotalus* sp) y de la vistosa y muy frecuente Mica (*Spillotes pullatus*) todos propios de éste ecosistema, no obstante cada vez menos avistados, en tal sentido, se presume que la fauna desplazada, pasó a poblar o refugiarse en ecosistemas aledaños ocasionando mayor presión al mismo o pereció en el intento.

En el contexto de la migración de especies, se puede asumir que al menos las aves, podrían alcanzar refugio con mayor facilidad en las áreas protegidas adyacentes, tanto del Tisey la Estanzuela ubicada al sur oeste de ésta, o bien en la reserva Miraflores Moropotente al noreste, no obstante los escenarios cambian drásticamente para la fauna de reptiles y mamíferos menores, dado que; aunque las áreas de reserva citadas, estén relativamente cercanas; los corredores o conexiones entre estas, son estructuralmente ralos o despejados y en múltiples ocasiones cortados por potreros o caminos primarios. La conectividad con la reserva Tisey la Estanzuela adquiere un mayor nivel de complejidad por la carretera panamericana y el poblado de Santa Cruz que se interpone justo en el solape del área de amortiguamiento de ambas reservas.

Otro efecto secundario relevante lo constituyó (e) la composición florística de la sucesión espontánea y/o antrópica acaecida, dado que, aparecieron o bien se promovieron (regeneración antrópica) especies arbóreas y no arbóreas secundarias u oportunistas propias de la zona de amortiguamiento; es decir latifoliadas y no coníferas; alterando así el ecosistema en general.

El problema se magnifica aún más, al encontrar vía entrevista, que tanto el regente como el propietario de bosque, consideran la tala como una oportunidad para obtener ingresos o bien de

realizar cambio de uso de suelo, convirtiendo las áreas de bosque y/o restaurables, en incongruentes áreas de pastoreo (potreros rústicos). Así mismo, se encontró, que la tala en algunos casos, se ajusta a conveniencia, dado que, cuando se trata de afectaciones en rodales de diámetros menores, estos desestiman o callan la afectación; razón por la cual se disparan las poblaciones y ocasionan daños mayores.

También se registró aprovechamientos en áreas riparias²⁴ donde el pino es minoría, y la posibilidad de expansión o metástasis es mucho menor o limitada ya que generalmente los pinos están distantes o solos. Las afectaciones por contaminación acústica y vibraciones se detallan en la actividad siguiente.

10.4 Troceo y Desrame.

El troceo y el desrame se ejecuta simultáneamente a la tala. La tecnología empleada en esta actividad fue motosierra a gasolina con motor monocilíndrico de 2T, STIHL MS 650 Magnun de 6.7 HP/4.9 Kw de potencia según ISO 7293 y 9,500 rpm, cilindro de 84.9CM³ y espada o sistema cortante de 30^{ll} pulgadas de longitud.

Los elementos impactados por esta actividad, fueron en el medio abiótico, la atmósfera, específicamente el aire, y en el biótico, el hombre u operario de la motosierra fue el mayor afectado. La alteración atmosférica en esta actividad se dio por la emisión de gases y ruido de parte de la motosierra. Los gases y humos emitidos, son similares a los que emite cualquier motor de gasolina, solo que en volúmenes relativamente inferiores a éstos por lo que se los puede clasificar como niveles de contaminación atmosférica baja o trivial.

Respecto al ruido emitido por este tipo de máquina, se encontró niveles de potencia sonora media (L_{PA}) y (contaminación acústica) de 116 dB(A) y 117 dB(A) respectivamente; según datos técnicos

²⁴ Del latín ripa que significa orilla o ribera de un río o cuerpo hídrico. En términos hidro ecológicos se las considera zonas o estructuras relevantes.

del fabricante y normativas EN - ISO 9207 del nivel de intensidad y potencia sonora empleado en países de la Unión Europea y Estados Unidos.

En atención a tales magnitudes de ruido, se puede aducir, que este tipo de obrero, está expuesto a ruido estridente grave, dado que supera los 85 dB permitidos para jornadas de 8 horas en resolución ministerial de higiene industrial en los lugares de trabajo del 2000 para Nicaragua y los 70 dB de límite superior deseable de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La OMS explica que un nivel perjudicial de ruido puede ser, por ejemplo, la exposición a más de 85 decibelios (dB) durante ocho horas o 100 dB durante 15 minutos como máximo, así mismo explica

Actividad silvicultural sin protección personal



Imagen 20 - Aguilera 2008

que la exposición segura a los sonidos depende de su intensidad o volumen, así como de su duración y frecuencia.

La exposición a sonidos fuertes puede desembocar en una pérdida de audición temporal o en acúfenos (sensación de zumbido en los oídos). Cuando se trata de sonidos muy fuertes, o la

exposición se produce con regularidad o de forma prolongada, las células sensoriales pueden verse dañadas permanentemente, lo que ocasiona una pérdida irreversible de audición. (Sminkey 2015).

Por su parte la FAO (2018) advierte que el ruido de las motosierras y de las desbrozadoras puede dar lugar a la pérdida de audición, si no se utilizan protectores auditivos. Esta misma herramienta (motosierras y desbrozadoras) puede causar vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo que pueden afectar a la circulación de la sangre, en las manos y los antebrazos y dañar los nervios, los

tendones, los músculos, los huesos y las articulaciones. Los amortiguadores de vibraciones utilizados en la mayoría de las motosierras modernas pueden atenuar este problema.

En relación a la vibración²⁵ mecánica derivada del uso de la motosierra, tanto la normativa UNE-EN ISO 5349 y 22867 como el manual del fabricante, libran y certifican afectación mano brazo a razón 6.7 m/s² de velocidad de honda (>20 Hz de frecuencia por segundo) para ambas manos o empuñaduras en periodos de exposición diaria A(8).

Extrapolando tales magnitudes, a las condiciones de trabajo de nuestro país, específicamente del obrero que realizó el saneamiento en el presente estudio, y considerando, la maquina o motosierra empleada, la jornada promedio A(8) y los valores límites establecidos por la “ACGIH” Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos (Según la norma ISO 2631 para cuerpo entero y 5349 para mano-brazo) de acuerdo al eje X, Y, Z; de las tablas 09 y 10, se encontró que existe afectación grave y directa por vibración mecánica en los obreros nicaragüenses, al menos con este tipo de tecnología y forma de trabajar, desprovisto de todo sistema de protección personal, como guantes anti vibración, casco con visera y protección de oído, así como el respectivo traje anti cortes con sus botas y demás arneses.

El cálculo que sustenta la afectación citada, se realizó tanto de manera manual mediante la expresión de cálculo del Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSHT) de España y de manera automatizada empleando la calculadora de valores indicativos del sitio web:

https://www.stihl.es/p/images/content/ES_vib_calculator_2006_08_04.xls

Expresión de cálculo

$$01) \quad A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{8}}$$

²⁵ Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el término vibración se describe como “toda vibración transmitida al organismo humano por estructuras sólidas que sea nociva para la salud o entrañe cualquier otro tipo de peligro” o el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad; o aleatorio, que es lo más normal.

Donde:

$A(8)$ = Valor limite de exposicion diaria normalizado

a_{hv} = Intensidad total de la vibración m/s^2

Valores Límites de Vibraciones.

	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo	2.5 m/s^2	5 m/s^2
Vibraciones transmitidas al cuerpo entero	0.5 m/s^2	1.15 m/s^2

Tabla 07.

Fuente.<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf>.

Límites de vibraciones según frecuencia y duración.

Duración de la exposición diaria $A(8)$	Frecuencia Max-ponderación RMS xh,yh y zh
4 horas y menos de 8	4 m/s^2
2 horas y menos de cuatro	6 m/s^2
1hora y menos de 2	8 m/s^2
Menos de 1 hora	12 m/s^2

Tabla 08

Fuente ACGIH Conferencia Anual de Higienistas Gubernamentales USA.

Resultados de exposición a vibraciones.								Tabla 09
Método de cálculo	Valor Max Equiv de Vibración m/s^2	Tiempo hasta valor que da lugar a una acción $A(8) = 2.5 m/s^2$		Tiempo hasta valor límite de exposición $A(8)= 5 m/s^2$		Tiempo diario de exposición		Carga de vibración diaria calculada $A(8) m/s^2$
		Hor	Min	Hor	Min	Hor	Min	
Método automatizado	6.7	1	7	4	27	8	0	6.7 m/s^2
Método manual	6.7							6.7 m/s^2

Como vemos, tanto el método automatizado, como el manual, arrojaron valores de vibración que superan las normas básicas de exposición establecidas.

Respecto a las condiciones del trabajador, las entrevistas en su mayoría señalaron, que no poseen ni el equipo básico de protección, que son muy costosos, que son pesados, calientes o incómodos (no tropicalizados) y que no se los exigen etc.

De esto concluimos, que el aprovechamiento forestal en Nicaragua, o al menos en la zona evaluada hasta la fecha, se constituye en una actividad temeraria y perjudicial en el corto y mediano plazo, ejecutada sin fiscalización oficial y/o normalización legal, sanitaria y ergonómica, violentando así la Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo L-618, la Ley 462 Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal, Ley 641 Código Penal de Nicaragua específicamente lo establecido en el título XV y el Decreto 20 - 2017 del sistema de evaluación ambiental.

En términos de contaminación ambiental y/o antrópica se encontró, que algunas partes de la motosierra, son fabricadas con sustancias preocupantes o peligrosas que pudiesen afectar directa o indirectamente al ser humano o al medio ambiente. La Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) cita al di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) como componente de algunas partes de la motosierra específicamente en las boquillas.

Ecologistas en Acción (2017) señalan que los ftalatos son un grupo de unas 80 sustancias químicas sintéticas, que dada su versatilidad y bajo precio, se utilizan extensamente en productos de uso diario, como plastificantes, fijadores del aroma artificial y conservantes de cosméticos y productos de higiene. Esta sustancia se añade comúnmente a los plásticos para hacerlos más flexibles y resistentes a la presión, no obstante se la señala como nociva, causante de problemas de infertilidad, obesidad y diabetes tipo I y como disruptor endocrino o contaminantes hormonales.

Morcillo y Planelló (2017) sostiene que diversos estudios han demostrado que el DEHP es genotóxico y tiene efectos carcinogénicos. Sin embargo, a pesar de la multitud de estudios llevados a cabo con vertebrados y en sistemas in vitro, la información acerca de sus efectos en invertebrados es todavía insuficiente. Estos organismos resultan de gran importancia para el equilibrio de los

ecosistemas, ya que constituyen una importante vía de entrada de los contaminantes a las cadenas tróficas, pudiendo alcanzar en última instancia productos de consumo humano.

El problema con este xenobiótico; según Morcillo y Planelló (2017) es que, al no encontrarse químicamente unido al polímero plástico, el compuesto migra desde este tipo de productos (componentes de la motosierra) al medio ambiente ya sea durante su uso o tras ser desechados. Así mismo revelan que por ser una sustancia poco soluble en agua se adsorbe con facilidad por los sedimentos de medios acuáticos por lo que presumen que con la presencia cada vez mayor de contaminantes plásticos en los océanos hace que también estos ecosistemas se conviertan en una fuente de entrada del DEHP a las cadenas tróficas, dada la facilidad del compuesto para bioacumularse.

10.5 Actividad 04. Descortezado y aplicación de insecticidas.

El descortezado en sí, no representó alteración biofísica significativa al ecosistema, sin embargo la aplicación de insecticida, si estaría provocando algún tipo de daño inmediato; en magnitud circunstancial de leve a moderada, en algunos elementos del ambiente, como en la fauna biorreguladora, cuerpos hídricos y su ictiofauna y malacofauna donde se suele preparar la emulsión, y en menor grado en el suelo por la cantidad que podría llegar salvo algún derrame mayor.

El insecticida mayormente aplicado resulto ser Cipermetrina²⁶ EC 25% del grupo de los piretroides sintéticos, de clasificación toxicológica II altamente tóxica a peces y a artrópodos acuáticos con valores de C_{L50} de 0.004 µg/L a 3.6 µg/L.

Para la aplicación de insecticidas en planes de saneamiento, no se encontró prescripción oficial alguna, así mismo se observó que los envases se desechan en el propio campo y el llenado de bombas

²⁶ 3-(2,2-Diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato de a-ciano-3-fenoxibencilo
C22H19Cl2NO3

se hace generalmente junto al reservorio o cuerpo hídrico, por lo que existe la posibilidad de contaminación del mismo.

Respecto a la aplicación, se encontró, que ésta se realiza sin atender las mínimas normas de seguridad establecidas, es decir, la persona que lo aplica no cuenta con la vestimenta y equipo adecuado, por lo que se corre peligro de intoxicación humana por inhalación y absorción al mojarse durante el asperjado, la disposición final de los recipientes, la prescripción y el uso en áreas naturales no fue evidenciado por lo que se violentó la ley 274, Ley Básica para la Regulación y Control de Plaguicidas, Sustancias Tóxicas, Peligrosas y otras similares, además de todo el marco jurídico ambiental, como la Ley 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Ley 620 Ley General del Agua entre otras. En síntesis las afectaciones a los elementos suelo, fauna y hombre aunque son de ponderación media (5-9) podría circunstancialmente constituirse en muy graves.

10.6 Actividad 05. Quema en manchones.

La quema de residuos, es uno de los mecanismos de limpieza prescritos en los planes de saneamiento y de gestión silvicultural, sin embargo, la inspección in situ constató que se practica a discreción o voluntad del regente y/o propietario del bosque, y no como norma de finiquito del plan de saneamiento o aprovechamiento mismo. Los sitios sin quemar se caracterizan por presentar cúmulos de madera dispersos en el área. Ver imagen 11.

En cambio en los planes de saneamiento o sitios donde se practicó la quema, se contabilizaron entre 18 y 21 nodos o puntos de quema por hectárea, con un tamaño promedio de 50m² cada uno, para una afectación total de 1,050 m² (0.105 has) aproximadamente el 10.5% de cada hectárea tratada.

Al examinar los efectos del fuego sobre la superficie citada, (suelo) se encontró alteración de magnitud media a grave en las características físicas, químicas y biológicas naturales del sitio respecto al adyacente. La contextura física (textura y estructura) del suelo perdió la plasticidad total y la

capacidad de retención de agua en los primeros 0.05 a 0.15 m del horizonte “A” incluyendo la típica capa biomásica de los pinares (cama de acículas); predisponiéndolo así a la remoción hídrica y eólica.

En el contexto biológico, evidentemente se afectó a la fauna edáfica del sitio; misma que podemos dividir según estudios de Prieto y Ves Losada (2006) en afectación epiedáfica, al afectar a los seres vivos que se encontraban sobre y entre la cubierta biomásica (acículas) y afectación euedáfica para la afectación en los demás estratos del suelo donde encontramos: a) Macrofauna constituida por invertebrados mayores a 2 mm como las lombrices, insectos sociales, algunas larvas, coleópteros y diplópodos; la Mesofauna con organismos invertebrados entre 0,2 y 2 mm como ácaros y colémbolos y algunos gusanos b) Microfauna con afectación a micro predadores menores a 0,2 mm como protozoos y nematodos de vida libre y por último la afectación a Microorganismos sobresaliendo en este grupo los hongos y bacterias, específicamente los que participan como simbioses conocidos en los ecosistemas de pinar como micorrizas.

En este contexto Giovannini y Lucchesi, (1997) reportaron que la temperatura provocada por un incendio causó marcada variación en las propiedades físicas y químicas del suelo. La distribución de partículas mostró un incremento de la fracción arenosa con el paso del fuego, correspondiendo simultáneamente a un decremento de la fracción arcillosa, este cambio en la proporción de partículas se debe a la transformación causada por la fusión de las partículas de arcilla en arena, como resultado de la modificación térmica del hierro y los aluminosilicatos (Capulín, Mohedano y Razo 2007).

Respecto a la alteración química del suelo, Capulín, Mohedano y Razo (2007) reportaron incremento significativo en el pH del suelo por la incorporación de cenizas y bases cambiables. La materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total disminuyeron con el incendio, siendo mayor el efecto en la capa superficial (0-5 cm); contrariamente, el fósforo incrementó su contenido en dicha capa, debido a que la intensidad del incendio fue moderada.

Es por ello que se presume afectación directa y total en la fauna edáfica descomponedora, posibles bioreguladores y hongos micorrizógenos presentes en los primeros cm de la capa quemada.

En términos de resiliencia y auto restauración; los sitios quemados exhibieron sucesión de especies oportunistas de constitución herbácea como la Verdolaga (*Portulaca* sp), Zarzas (*Mimosa pigra*), (*Mimosa albida*), (*Mimosa pellita*) casi siempre cubiertas de picapica (*Mucuna pruriens*), Cardosanto (*Argemone* sp), Bledo (*Amaranthus* sp) y en algunos casos dependiendo de las condiciones topológicas (micro climáticas y edáficas) se presentaron coberturas de musgos y helechos como *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (1879) considerado un organismo bioindicador de terrenos ácidos y perturbados, pero fértiles.

Camacaro et al., (2012), reporta a este último, como especie invasora en zonas húmedas y semihúmedas, responsable de toxicosis en rebaños bovinos, responsable directo de Hematuria Enzoótica Bovina (HEB) y otras patologías asociadas en las explotaciones ganadera de zonas altas, también se lo señala como el posible causante o coadyuvante del alto índice de cáncer gástrico en humanos observado en zonas montañosas de Venezuela.

Otra alteración derivada de la quema en manchones, fue la contaminación atmosférica, por la emisión temporal de gases y humos de efecto invernadero como el CO₂ y otros; que aunque fueron periodos cortos y volúmenes relativamente pequeños los emitidos, no dejan de constituirse en acciones perjudiciales que abonan al deterioro ambiental. La ponderación definida para tal efecto fue baja. En cambio el impacto por incremento de la escorrentía dio alto.

Si la quema se realiza en porciones menores, los impactos en el suelo podrían disminuir significativamente, y servir como medio de limpieza efectivo y de bajo costo, para crear las condiciones idóneas para una regeneración natural o asistida con impactos positivos para la regeneración del sitio o mitigación del impacto.

10.7 Actividad 06. Arrastre de Trosas.

El arrastre semi suspendido de las trosas se desarrolló desde el área de tumbado de cada árbol hasta el patio de acopio o área de carga. El medio (tecnología) empleado para ello, fue bueyes y/o tractor agrícola o ambos a la vez. De esta actividad se reporta alteración circunstancial negativa de magnitud media en los elementos suelo y sotobosque particularmente.

La alteración exhibida derivó del arrastre reiterado de las trosas y consistió en la escarificación y mezcla de la típica cubierta biomásica de los pinares, compuesta por acículas en diferentes estados de descomposición (humus) y los primeros 5-15 cm de la capa mineral del horizonte (A), hasta formar una capa orgánica suelta, recomendada en términos generales, como condición indispensable en los procesos de regeneración natural asistida; sin embargo las condiciones biofísicas y ambientales del sitio, juegan un papel fundamental en la magnitud y naturaleza de la alteración, dado que, en terrenos inclinados y arenosos, la capa suelta, resultante, es altamente vulnerable al arrastre (erosión) y lixiviado, tanto de las sustancias húmicas y fúlvicas, como de las micorrizas y demás elementos minerales bioasimilables, para constituirse en una capa edáfica degradada.

Respecto al daño en la regeneración o sotobosque, se encontró afectación total y/o parcial a las plantas jóvenes y en estado de regeneración, que se encontraban en la ruta de madereo, en su mayoría plantas de pino y robles.

10.8 Actividad 07. Limpieza general o finiquito.

La limpieza general del sitio, aunque es un requisito indispensable en los finiquitos de aprovechamiento o planes de saneamiento, en el sitio evaluado no sucedió como corresponde. Entre las causales principales, se encontró, según respuesta de los propietarios de bosque y regentes, que los precios de venta de madera en repuntes de plaga, no cubren los costos de limpieza adecuada, así mismo, parece ser que la concepción de limpieza pertinente, no está concebida en los responsables del saneamiento, no se tiene mercado o utilidad específica rentable para los diámetros menores

(ramas) por lo que apilarlos les resulta o parece la mejor opción; aunque en la práctica se constituya en obstáculo para la regeneración.

Respecto a los impactos acaecidos, en términos positivos, la limpieza adecuada del sitio saneado, contribuiría a la restauración natural o asistida del sitio, de manera eficaz, oportuna y a bajo costo; no obstante, de no hacerse con el cuidado que se requiere, se corre el riesgo de afectar gravemente a todos aquellos especímenes arbóreos en estado de regeneración al ser eliminados en el proceso. En términos faunísticos el daño a nidos en matorrales es total e irreversible. La limpieza practicada en uno de los sitios saneados consistió en el desmalezamiento con machete y quema en manchones.

10.9 Actividad 08. Cercado y Rotulación.

El 98% de las áreas tratadas o afectadas no fueron cercados, esto permitió la incursión de animales (ganado vacuno y caballar) al sitio y por ende daño grave e irreversible a la regeneración, sin embargo, la alteración principal se dio en el elemento bosque y se evidenció por la tala de árboles para las cercas sobresaliendo la tala de *Quercus sp* y *Acacia pennatula* por ser éstas las especies latifoliadas inmediatas.

La magnitud observada se clasifica como media; por la relativamente poca cantidad de árboles talados, e irreversible por consistir en la tala total de los mismos. El impacto positivo esperado de esta actividad radica en el grado de precaución y protección que la cerca y el rotulado le adjudica, en términos de importancia se considera una actividad relevante e indispensable como medida de mitigación y restauración del área afectada.

No se registró actividad de restauración asistida como plantaciones, siembra o manejo de regeneración.

Tabla 10. Resumen de principales alteraciones acaecidas según actividad, medio y criterios establecidos.

Actividades	Medio y elementos alterados		Ponderación	Observaciones
	biótico	Abiótico		
1. Construcción y/o reparación de caminos y patios de acopio.	Árboles y arbustos diversos	Suelo y agua	Negativa de impacto medio a grave	Para este estudio tuvo una magnitud circunstancial media dado que existía red de caminos y patios de acopio; sin embargo la actividad clasifica como grave independientemente del fin u objetivo
2. Inventario forestal	Árboles y arbustos diversos		Negativa de impacto bajo o trivial	La cantidad de plantas afectadas es insignificante
3. Tala, troceo y desrame de árboles	Árboles, arbustos diversos y fauna en general.	Microclima, suelo, agua	Negativa muy grave.	Las alteraciones son drásticas, definitivas y dan paso a especies arbóreas y arbustivas oportunistas o secundarias y a la desaparición o migración temporal o permanente de especímenes faunísticos. Requiere de acciones mitigantes y restauradoras.
	Arboles Hombre	Atmósfera	Negativo de impacto leve a medio.	Las alteraciones atmosféricas son temporales (humo, ruido) y en los operarios de la motosierra podrían ser de carácter acumulativo y/o fortuito dado que se expone a vibraciones fuera de norma, lesiones graves.
4. Descortezado y aplicación de insecticida	Hombre y fauna	Suelo y agua	Negativa de bajo a leve	Aunque el insecticida comúnmente utilizado es un piretroide de toxicidad baja en humanos, no residual CL50 para peces : $5 \times 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

5. Quema en manchones	Hombre	Atmósfera suelo	Negativa de leve a media	La alteración por CO ₂ y CO es difusa y temporal no obstante El International Programme on Chemical Safety INSHT 2017 la considera una sustancia mortal si se inhala. Puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto si se inhala. Puede provocar daños en la sangre, en el sistema nervioso central tras exposiciones prolongadas o repetidas.
6. Arrastre de trossas	regeneración	Suelo	Negativa	El arrastre vulnera la capa superficial del suelo
7. Limpieza general o finiquito	Regeneración natural (sotobosque),	Nicho ecológico , infiltración	Negativa	Se corre el riesgo de cortar especies de alto valor ecológico
8. Cercado y rotulación	Árboles Regeneración		Negativa	Pocos árboles afectados

VII. CONCLUSIONES.

Después de haber determinado, analizado y valorado cada una de las actividades desarrolladas, antes, durante y después de la ejecución del plan de saneamiento en la reserva natural Tomabú, se concluye según el orden de los objetivos planteados en lo siguiente:

1. La Reserva Natural Tomabú en términos florísticos generales está constituida por una masa arbórea de coníferas y latifoliadas relativamente degradada. El área estudiada (afectada) se ubica en el área núcleo de dicha reserva y la conforma una masa arbórea mixta de pinos y roble, específicamente de roble (*Quercus olioides* y *Quercus oocarpa*) en proporción de 9-12% respecto al pino (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.) que representa la mayoría hasta con un 90% de individuos por hectárea.
2. La población de pinos exhibe condiciones estructurales que acusan marcadas deficiencias de manejo silvicultural; citando entre estas las siguientes:
 - a) Rodales con densidades incongruentes por unidad de área y estado de desarrollo. En algunos casos con muchos y en otros con pocos árboles por hectárea.
 - b) Población arbórea disetánea en general (mezcla de estados de desarrollo).
 - c) Rodales en estados de regeneración y desarrollo careciendo de poda y raleo (urgencias biológicas) y expuesta al pastoreo y daño antrópico.
 - d) En términos específicos se presenta muy poca regeneración natural de pino, Las causas lógicas factibles podrían estar vinculadas con la cobertura de acículas que ha logrado formarse a través del tiempo (20 años²⁷) y que impiden el anclaje de la semillas al suelo, o bien el pastoreo bovino y equino que se desarrolla en el área y por último, afectaciones por *Atta cephalotes* y *Cronartium sp.*

²⁷ Durante el desarrollo de esta investigación la reserva sufrió uno de los incendios **provocados** más grandes de los últimos 50 años. En este mismo estudio, siete meses posteriores al incendio se encontró poblaciones de (10,100/ha) aproximadamente 1 planta cada 0.9 m de distancia con alturas de 0.09-0.17 m, sin embargo, totalmente expuestas al pastoreo, plagas e incendios forestales.

- e) Árboles longevos y con afectaciones biofísicas naturales o antrópicas (bifurcados, quemados, ocoteados ²⁸etc).
- f) Presencia de especies arbóreas y arbustivas secundarias u ajenas a este ecosistema de pino, típicas o propias de la zona de amortiguamiento, por ser especies latifoliadas propias de bosque seco tropical. Tal fenómeno o reacción parece deberse a las características biofísicas y/o plasticidad ecológica de estas especies, al cambio climático, a la deficiencia o ausencia de manejo silvícola, al tamaño relativamente pequeño de la reserva y la poca diferencia hipsométrica entre el área de amortiguamiento y área núcleo.
- g) La estructura florística del área de amortiguamiento está avanzando hacia el área núcleo y por consiguiente dejando de contrastar aceleradamente con esta. La composición florística del área núcleo, es relativamente homogénea en la zona concéntrica adyacente, y más diversa a medida que se aleja de esta. En ambas formaciones se observan drásticas alteraciones antrópicas.
- h) La exigua presencia y/o avistamiento de fauna en el área probablemente se debe a que los ecosistemas de pino ofrecen pocas oportunidades de alimento y cobijo, o bien al asedio y caza desmedida que se ha practicado en la zona; sobresale aquí la poca presencia de fuentes hídricas como abrevaderos naturales.

3. Respecto a las características, magnitudes, y tipos de impactos derivados del plan de saneamiento, se concluye que; en efecto se aplicó el plan de saneamiento para el control de *Dendroctonus* e *Ips* sp en la reserva Tomabú y que se ejecutó según las orientaciones y protocolos establecidos por el INAFOR y MARENA.

3.1. La tala en sí, y la apertura o reparación de caminos y patios de acopio resultaron ser las actividades con mayores magnitudes de alteración ecosistémica, sobresaliendo en estas la irreversibilidad y perdurabilidad de los impactos, principalmente en el elemento bosque y suelo.

²⁸ En el argot silvicultural nuestro se refiere a los árboles que se les ha extraído parte del fuste, específicamente el área cercana a la base del árbol (< 2m altura) para combustible por poseer altas concentraciones de resina.

Tales magnitudes pueden incrementar de manera general según las características biofísicas de cada sitio, (edafoclimáticas y de relieve) dimensión del foco, tecnología empleada en el saneamiento y la capacidad técnica, científica, eficiente y oportuna del personal gestor., mismas que se sustentan según presupuesto, capacitación, monitoreo y mecanismo de gestión silvicultural previos a la afectación.

4. Las afectaciones en bosque y suelo exhiben capacidad suficiente para superar la resiliencia natural de estos ecosistemas, e incidir negativamente en la homeostasis ecológica del sitio, que de hecho, por ser áreas naturales de montaña (islas), pequeñas y cercanas a las urbes ya se constituyen en zonas de alta vulnerabilidad. Las alteraciones en estos dos entes (bosque y suelo) logran incidir drástica y negativamente en la fauna que alberga, en las tasas de infiltración y captación hídrica de la reserva; razón y/o fundamento técnico de esta, con repercusiones directas e inmediatas en la población antrópica de la misma.
5. La tala de saneamiento no demostró ser un mecanismo efectivo de sanidad del bosque y/o barrera contra el avance de un foco, dado que, de 30% a 45 % de los focos tratados, experimentaron la formación cercana de nuevos focos y algunos con mayor nivel de patogenicidad o magnitud de daño que el primero.
6. La aparición y dimensión de focos nuevos y/o distantes y cercanos al área tratada, son casos que inducen a reflexionar sobre la efectividad de la faja de contención; actividad considerada impactante en el proceso. El otro aspecto tiene que ver con la calidad y nivel de culminación de las actividades ejecutadas, la topografía, la magnitud y dirección del viento en el sitio durante el periodo de afectación, dado el sistema de comunicación por feromonas, capacidad de volar a grandes distancias y alturas, y de agruparse en grandes poblaciones mediante mecanismos bioquímicos (feromonas) a partir de unos pocos individuos o parejas, y ante todo que este insecto es un espécimen propio del ecosistema de pinar.
- 6.1. La faja de contención es una decisión técnica que magnifica el daño de la tala en sí; puesto que adiciona o amplía el área afectada al cortar los árboles sanos adyacentes a la dirección de

avance del foco, así mismo no se logró evidenciar la efectividad de esta como mecanismo de contención del foco dado que aparecieron focos en áreas inmediatas al área tratada.

7. La contaminación acústica se da por el uso de motosierras y camiones, sin embargo estas son alteraciones leves, puntuales y temporales que no atentan contra la fauna, sino que, está (la fauna) reciente más la pérdida de hábitat y el accionar antrópico en la zona, sobresaliendo en estas, la actividad cinegética y agropecuaria.
8. Las actividades silviculturales y de control de la plaga del gorgojo son procedimentalmente sencillas, de fundamento arcaico, carentes de tecnología y con capacidad de ocasionar daños físicos, graves, directos e indirectos; tanto a lo inmediato como en el corto y largo plazo.
9. Las actividades silviculturales en general, en términos de salud e higiene laboral, se realizan violentando preceptos legales nacionales e internacionales establecidos, puesto que no se emplean en lo mínimo las medidas básicas de higiene y salud ocupacional.
10. El plan de saneamiento, se perfila hacia el problema en sí, (a la cura) es decir a extirpar el mal; en este caso, tumar y aprovechar los árboles afectados, mas no dispone de acciones o medidas específicas de acompañamiento post tratamiento; considerados premisa fundamental en la restauración integral y efectiva del sitio, violentando así el arto 28 de la ley 462. Ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal.
11. En términos socio económicos, el plan de saneamiento (tumar y aprovechar) es concebido por la mayoría de dueños de bosques, como una oportunidad para vender u obtener madera, convertir áreas de bosque en áreas de cultivo o de pastoreo; actividad prohibida totalmente en la legislación ambiental, llegando por ello, en algunos casos, a no reportar oportunamente la presencia de focos, violentando así el marco jurídico ambiental y forestal nicaragüense, específicamente las leyes 462, en sus artículos 7,32,33,34 y 35.
12. Considerando que la reserva no cuenta con un plan de manejo como instrumento técnico, científico y legal de gestión integral de sus recursos, ni con persona natural o jurídica que responda y/o dirima como área natural protegida, además de una laxa organización comunal; es

posible que los niveles de degradación y afectación por plagas y enfermedades persistan y/o se incrementen, hasta transformar el actual ecosistema de pinar en una masa arbórea heterogénea (sucesión secundaria) en el mejor de los escenarios, o en cumbres totalmente deforestadas dedicadas al pastoreo como ya se observa en el costado sur de la reserva, justo en el área de mayor pendiente.

VIII. RECOMENDACIONES.

Las siguientes recomendaciones surgen a partir del análisis exhaustivo de cada una de las actividades de gestión de la plaga del gorgojo en la reserva natural Tomabú. Estas en ningún momento descalifican, suplantán o desvirtúan el magno esfuerzo que hasta hoy se ha hecho para contrarrestar el ataque de dicha plaga por parte de cada uno de los involucrados; sino al contrario, se presentan como aporte ad hoc para reflexionar, mitigar, adecuar o mejorar algunas de las actividades y/o gestiones administrativas que el proceso amerita.

Por ello en consecuencia se presentan en orden de prioridad cronológica las siguientes.

8.1. Respecto a la silvicultura y manejo.

1. Actualizar o mejorar la capacidad técnica, científica y operativa de los funcionarios institucionales responsables de la gestión forestal de manera tal, que estos intervengan oportuna y efectivamente en cada caso que se presente.
2. Crear convenios interinstitucionales con organismos científicos de investigación como universidades u ONGs nacionales y extranjeros en pro de la gestión integral del ecosistema boscoso, y específicamente en la prevención y control de plagas y enfermedades forestales como el gorgojo de los pinos. En este contexto es primordial reforzar o actualizar los conocimientos sobre ecosistemas de pino (ecología forestal), específicamente silvicultura y etología del insecto. Respecto a los especímenes o árboles que no sufrieron daño alguno y que quedaron incólumes al paso de la plaga, sería recomendable realizar estudios de constitución y comparación química, genética y topológica para ver si existe algún mecanismo o cualidad que los proteja o los constituya inmunes; o bien determinar el insecto que pudo haberlos atacado.
3. Determinar, organizar y capacitar a los regentes forestales, propietarios de bosque y comunidades circundantes en aspectos de monitoreo, prevención y control oportuno de la plaga del gorgojo (*Dendroctonus* e *Ips* sp) y demás enfermedades básicas del bosque. El empleo de semioquímicos (feromonas – kairomonas) son una alternativa viable y efectiva para el manejo y control de gorgojos e identificación de biorreguladores y determinación de umbrales de acción.

4. Actualizar las Normas Técnicas (NTON) y disposiciones administrativas referentes al manejo del bosque nicaragüense. Magnífico sería que la propuesta de gestión forestal fuese colegiada y ecléctica; es decir, que los planes de manejo y de saneamiento sean una propuesta de biólogos, entomólogos, ecólogos, economistas ambientales e ingenieros forestales, dado que, se decide sobre bienes comunes, (recursos naturales) y no es prudente, que estos se manejen desde visiones estrictamente forestales que comprometan la homeostasis y perdurabilidad del bosque.
5. Librar o crear mecanismos efectivos y escuetos de comunicación y acción entre las comunidades, regentes forestales e instituciones rectoras del bien forestal y la procuraduría ambiental.
6. Aplicar talas profilácticas o de saneamiento eliminando árboles viejos, mal formados, suprimidos, quemados o lesionados por los ocoterros, afectados por roya, etc. Para ello elaborar el respectivo plan general de manejo forestal.
7. Atender de manera inmediata, integra y eficaz los focos pequeños o iniciales, de manera que no se magnifiquen. Hay que reducir el poder de agrupación que los caracteriza y/o constituye en grupos plagas.
8. Es importante que los residuos menores se quemen en pilas o montones pequeños o manejables, de manera que combustione rápida y fácilmente y sin alterar significativamente la física y química del suelo. Para esta actividad es prudente crear zanjas o trincheras o aprovechar las depresiones naturales.
9. Reglamentar el uso de químicos en el proceso de control de plagas, de manera tal que el producto sea bien empleado y debidamente certificado por las agencias ambientales pertinentes. Para la aplicación de Cipermetrina 25 EC la ficha internacional de seguridad química a través del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSHT 2017 recomienda protección personal adicional con respirador de filtro P2 contra partículas nocivas.
10. En caso de derrames y fugas, recoger en la medida de lo posible el líquido vertido, en recipientes seguros, tratar el líquido residual con álcalis, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro o remediarlo en centros especializados, si se trata de

volúmenes significativos, no verterlo al alcantarillado, no permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.

11. Para la aplicación de insecticidas se debe tener presente que estos, estén autorizados por la entidad pertinente MAGFOR, MARENA e INAFOR. La aplicación deberá realizarse bajo rigurosas medidas de protección personal y ambiental; se debe utilizar vestimenta impermeable, botas de hule y protección para nariz y boca y ante todo cuidando los cuerpos hídricos cercanos.
12. Evitar incendios forestales, pastoreos intensivos, cambio de uso de suelos y demás actividades que vulneren la capacidad resiliente natural del bosque.
13. Aplicar raleo en aquellos rodales jóvenes o en desarrollo, que presenten altas densidades por unidad de área, pero considerando el potencial dendro-productivo o epidométrico del sitio. Para esto se debe establecer mecanismos que ayuden a determinar tales magnitudes. Actualmente no existen en el país, y las proyecciones dendro-productivas o epidométricas se hacen con magnitudes exógenas (Honduras) por lo que se prescriben cortes arriesgados o incongruentes, que en la práctica nos han conducido a mantener una tasa de deforestación exponencial en los últimos 25 años.
14. Las fajas de contención debieran ser analizadas como mecanismo de detención de la plaga.
15. Las áreas riparias que presenten afectación por gorgojo, no deberían tratarse (talarse) independientemente del grado de afectación que presenten; dado que son áreas estratégicas y además heterogéneas, es decir con presencia de otras especies arbóreas que requieren de protección total.
16. Diseñar una plataforma de arrastre a manera de patín, para mitigar el impacto de arrastre sobre el suelo durante los madereos.
17. Mejorar los mecanismos de aprovechamiento forestal de manera tal, que no se ocasione daños en la base de los árboles remanentes.
18. Crear o facilitar mecanismos de apoyo y/o acompañamiento institucional para la transformación o comercialización nacional e internacional de los productos, subproductos y servicios del

bosque, de manera tal, que el productor perciba a este (bosque) como un medio de desarrollo sustentable, perdurable y necesario.

8.2. Respetto al cumplimiento de las normas de higiene y salud laboral.

1. Promover la actualización del marco jurídico ambiental y laboral del país, de manera que se aborde o amplíe tácitamente todo lo referente al trabajo silvicultural, contaminación acústica, exposiciones límites a vibración, gases y humo.
2. Adoptar medidas básicas de higiene y seguridad laboral que contribuyan a proteger y/o mitigar las afectaciones por ruido, cortes y vibraciones derivadas del uso de la motosierra y demás equipos y herramientas vinculados al aprovechamiento forestal.
3. Capacitar al personal de campo en temáticas de higiene y seguridad laboral haciendo énfasis en la ergonomía forestal.
4. Respecto a las magnitudes vibratorias y sonoras de la sthll MS 650 Magnun se recomienda hacer ajustes en el tiempo y la forma de trabajar, posterior a 1 hora y 07 minutos de trabajo y no superar las 4 hrs y 27 minutos de labor acumulada.

8.3. Restauración

1. Propiciar la restauración y rehabilitación inmediata, eficiente y congruente de los sitios talados o degradados específicos y circundantes en el periodo inmediato siguiente.
2. No permitir la acumulación de residuos biomásicos del aprovechamiento o saneamiento en el área, dado que restan superficie a la regeneración, son hospederos de posibles plagas, enfermedades o material combustible en posibles incendios.
3. El cercado, rotulación y vigilancia de las áreas en restauración son acciones indispensables.
4. La magnitud y naturaleza de los impactos derivados de la apertura o reparación de caminos estará íntimamente relacionada con las características edafoclimáticas y topográficas de la zona donde se ejecute, por tanto es una actividad que requiere de estudios taxativos y de medidas de mitigación especiales, tanto a nivel biológico como ingenieril.

5. Establecer áreas de reserva o protección especial dentro de cada finca, plan de manejo o área afectada, priorizando áreas inclinadas, áreas riparias y cuerpos hídricos en general, cúspides o parte aguas, zonas boscosas prístinas, nichos específicos etc.
6. Hay que aprovechar la cercanía y ubicación estratégica de la reserva con las demás reservas adyacentes para promover acciones de conectividad (corredores biológicos) entre éstas.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

- Billings y Espinoza (2005). El Gorgojo Descortezador del Pino (*Dendroctonus frontalis*) en Centroamérica, Cómo Reconocer, Prevenir y Controlar la Plaga. Servicio Forestal de Texas. Publicación 0605/15000. <https://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>
- Billings, Pase y Flores. 1990. Los Escarabajos Descortezadores de Pino, Con Énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía de campo para la Inspección Terrestre. Texas Forest Service Publication 146. 19 p.
- Billings, Flores y Cameron. 1996. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía para la detección aérea. Texas Forest Service Publication 149 pág.
- Billings, Flores y Scott, 1996. Los Escarabajos Descortezadores del Pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Métodos de Control Directo. Texas Forest Service; Printing Center College Station, 150 pág.
- Estudio del nivel de exposición a vibraciones mecánicas en diferentes puestos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT). 2005. Disponible en: http://www.fraternidad.com/descargas/FM-BOLFM-47-463_1829_DESCARGABLE-INFOPREVENCION-47-463.pdf
- Fonseca et al 2014. Descortezadores y sus Enemigos Naturales en *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. Artículo Científico, Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 5, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Distrito Federal, México.
- IDEARA- SL, 2014. Vibraciones mecánicas. Factores relacionados con la fuente y medidas de control. Ed Confederación de Empresarios de Pontevedra (CEP) España
- INAFOR.2004. Propuesta para Monitoreo del Gorgojo Descortezador del Pino Sureño. Consultoría en Manejo de Plagas Forestales Proyecto de Cooperación Técnica RLA/ 2903.Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Managua, Nicaragua.
- ISO 14001, Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 19011: 2011, Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión, Versión en Español. Programa Socio ambiental y Desarrollo Forestal Manejo del Bosque de pino en Nicaragua/
- Jiménez et al (2005) Dinámica Poblacional e Identificación de (*Dendroctonus frontalis zimm*) y otros insectos descortezadores del pino en Nueva Segovia. Universidad Nacional Agraria UNA. Ed La Calera. Managua Nicaragua.
- Macías y Niño, 2016.Protocolo para Monitoreo de Gorgojos de Coníferas Mediante el Uso de Atrayentes y Semioquímicos.1ª Edición, México.
- Moore & Allard. 2009. Los impactos del cambio climático en la sanidad forestal. Departamento Forestal Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Documentos de trabajo sobre sanidad y bioseguridad forestal. Roma Italia.42 Pág.

- Palma y Morazan.2005. Pérdidas Ocasionadas por el Descortezador del Pino (*Dendroctonus frontalis zimm*) producto del ataque del periodo 1999-2002 a dueños de bosques y transportistas forestales en cinco municipios del Departamento de Nueva Segovia.
- Pérez et al. 2008. *Ophiostoma ips* asociado al insecto descortezador (*Dendroctonus adjunctus*) del pino de las alturas (*Pinus hartwegii*).Programa Socio ambiental y Desarrollo Forestal. POSAF II /MARENA. Manejo del Bosque de Pino en Nicaragua, 1^{ra} ed. Managua Nicaragua, 65 pág.
- Prieto y Ves Losada (2006) Efecto del fuego sobre la fauna edáfica, en un área del Caldenal. La Pampa, Argentina. Tesis de grado. Sitio web
C.<http://www.drn.lapampa.gov.ar/comunicacion/investigaciones/126-efectos-del-fuego-sobre-el-bosque.html>.
- Reséndiz et al. 2016. Enemigos Naturales de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1915 (COLEOPTERA: SCOLYTINAE), CAPTURADOS MEDIANTE SEMIOQUÍMICOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Coyoacán, Ciudad de México, México.
- Sánchez et al. 2008. Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleoptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Versión On-line ISSN 2007-8706.
- Stanley J. Barras (1970) Antagonism between *Dendroctonus frontalis* and the Fungus *Ceratocystis minor*, Annals of the Entomological Society of America, Volume 63, Issue 4, 15 July 1970, Pages 1187–1190, <https://doi.org/10.1093/aesa/63.4.1187>
- Swain, K. M. y M. C. Remion. 1981. Direct control methods for the southern pine beetle. U.S. Department of Agriculture, Combined Forest Pest Research and Development Program, Agriculture Handbook No. 575. 15 p. 2009
- Lopez, et al (2009) Contribución para el diagnóstico y control de los descortezadores del género *Ips* (coleoptera: scolytidae) en los bosques de pinos de Cuba. Edit revista Ra Ximhai Universidad Autónoma Indígena de México.

X. ANEXOS.

Anexo 01: Síntomas asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol por *Dendroctonus frontalis*. Billings, Flores y Cameron (1996).

Síntoma	Ataque reciente (fase 1)	Cría en desarrollo (fase 2)	Árbol abandonado (fase 3)
Follaje	Verde	Copas verdes con larvas; cambian a amarillentas antes que la cría emerja	Acículas rojas, cayendo de la copa
Grumos de resina	Suaves; blancos, ligeramente rosa	Blancos, endurecidos	Duros, amarillos, se desmoronan fácilmente
Cléridos	Adultos sobre la corteza	Larvas rosas o rojas aprox. 1.5 cm en galerías de <i>D. frontalis</i>	Larvas y pupas moradas; se ven en cámaras en corteza externa
Corteza	Firme, difícil de quitar	Suelta, se desprende fácilmente	Muy suelta, fácil de remover
Color de la madera	Blanca, excepto cerca de galerías	Café claro con secciones azules o negras	Café oscuro a negro
Hoyos de salida	Ningunos	Pocos, asociados con la re-emergencia de adultos atacantes	Numerosos
Aserrín de escarabajos ambrosiales	Ninguno	Blanco, localizado en la base del árbol	Abundante en la base del árbol
Cuadro 01.			

Anexo 02: Síntomas asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol por *Ips* sp según Billings 2000.

Síntoma	Etapa 1 (Árbol bajo ataque)	Etapa 2 Árbol con crías	Etapa 3 Árbol abandonado
Color del follaje (copa) o sin follaje.	Verde	Verde amarillento	Rojo o marrón
Grumos de resina en el fuste	En condición fresca y blanda	Duros	Duros, fácil de despegarse
Corteza	Pegada a la madera difícil de sacarse	Se despegas con facilidad	Suelta o empezando a caerse del árbol.
Color de superficie de la madera	Blanco en condición sana.	Café con marcas de galerías	Café hasta negro con hongos.
Hoyitos de salida (2mm) en la corteza	Ningunos	Pocos	Muchos
Estados de escarabajos presentes	Adultos en proceso de ataque	Larvas, pupas o adultos nuevos bajo la corteza	Ningunos.
Cuadro 02			

Anexo 03: Métodos más citados y/o recomendados para el control directo de varias de las especies de descortezadores de pino, en México, América Central y el Caribe según Billings, Flores y Scott 1996

Especie de descortezador	Métodos recomendados	Métodos no recomendados
<i>Dendroctonus frontalis</i>	Cortar y aprovechar Cortar y dejar o cortar y controlar Apilar y quemar Control químico	Cortar y descortezar (sin quemar la corteza)
<i>Ips sp.</i>	Cortar y aprovechar Apilar y quemar Cortar y descortezar Control químico	Cortar y dejar
Cuadro 04.		

Anexo 04 Listado de materiales y equipos.

Los equipos y materiales empleados en la ejecución de la presente investigación fueron los siguientes:			
Nº	Nombre	Función	Observaciones
EQUIPOS.			
1	GPS	Geo posicionamiento satelital del sitio de estudio o parcelas y ASNМ de las mismas.	Garmin GPSMAP 64S
2	Hipsómetro laser	Determina altura de los árboles	Nikon forestry Pro 550
3	Forcípula	Determina diámetros en metros	Forcípula Haglof Mantax Blue
4	Barreno de Pressler	Determina edad	Haglof
5	Cinta métrica	Determinar longitudes	
6	Binoculares	Avistamiento de aves	Tasco (10x50 mm)
7	Relascopio simple	Determinar área basal/ha	
8	Brújula forestal		
9	Sonómetro	Determina nivel de ruido	Center 32
MATERIALES			
1	Hoja topográfica	Ubicación geográfica	Estelí 2955 III
2	Mapa de la reserva	Ídem	
3	Pintura en spray	Marcar puntos	400 ml
4	Cinta biodegradable	Definir parcelas	
4	Tabla Munsell	Color de suelo	
5	Peachímetro	Determinar pH del suelo	
Cuadro N° 06			

Anexo 05. Tabla de inventario forestal área núcleo.

Datos de la parcela.								
Tamaño y Forma de la parcela: 1000 m ² Circular								
Radio 17.84 metros								
Nº Parcela	sp	Diámetro prom m	Altura Prom m	g(m) ²	Cant Árbol parc	Cant Arb ha	Vol m ³ /ha	EP(m) Has
1	Oca	0.23	17	0.042	12	120	36.4	9.1
2	Oca	0.45	23	0.159	19	190	298.9	7.3
3	Oca	0.26	19.3	0.053	18	180	79.3	7.5
4	Oca	0.28	19.5	0.062	11	110	56.8	9.5
5	Oca	0.39	21	0.119	21	210	226.5	6.9
6	Oca	0.13	8	0.013	15	150	6.8	8.2
7	Oca	0.23	19	0.042	5	50	17.0	14.1
8	Oca	0.29	20	0.066	10	100	56.8	10.0
9	Oca	0.37	23	0.108	15	150	159.5	8.2
10	Oca	0.36	21	0.102	29	290	266.6	5.9
11	Oca	0.17	15	0.023	39	390	57.1	5.1
12	Oca	0.29	19	0.066	23	230	124.1	6.6
13	Oca	0.54	24	0.229	22	220	520.0	6.7
14	Oca	0.59	29	0.273	5	50	170.5	14.1
15	Oca	0.19	18	0.028	14	140	30.7	8.5
16	Oca	0.09	8.3	0.006	21	210	4.8	6.9
17	Oca	0.58	25	0.264	8	80	227.2	11.2
Promedio		0.32	19.35	0.097	17	169	137.6	8.6
Max		0.59	29					
Min		0.09	8					
Donde :								
EP(m)/Has	Espaciamiento teórico promedio por hectárea							
Cant/ha	Cantidad de árboles por hectárea							
Vol m ³ /ha	Volumen m ³ por hectárea							
Cant/parcela	Cantidad de árboles por parcela 1000m ²							
g(m ²)	Área basal individual en m ²							
Alt prom (m)	Altura promedio árbol							
D / prom (m)	Diámetro promedio en m							
sp	Especie arbórea							

Tabla 01.

Anexo 06, tabla 02: Inventario forestal área de amortiguamiento.

Nº	N/común	N/botánico	Orden	Familia
1	Roble negro	<i>Quercus oocarpa</i>	Fagales	Fagaceae
2	Amarguito	<i>Tecoma stans</i>	Scrophulariales	Bignoniaceae
3	Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	Fabales	Mimosaceae
4	Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i>	Lamiales	Boraginaceae
5	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	Lamiales	Boraginaceae
6	Guayaba agria	<i>Psidium acutangulum</i>	Myrtales	Myrtaceae
7	Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>	Sapindales	Rutaceae
8	Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Urticales	Moraceae
9	Guanacaste de oreja	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabales	Mimosaceae
10	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Fabales	Fabaceae
11	Miligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	Rhamnales	Proteaceae
12	Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Sapindales	Burceraceae
13	Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Sapindales	Meliaceae
14	Capulín negro	<i>Trema micrantha</i>	Urticales	Ulmaceae
15	Jagua	<i>Genipa caruto</i>	Rubiales	Rubiaceae
16	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvales	Sterculiaceae
17	Lechón o leche de sapo	<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiales	Euphorbiaceae
18	Tempisque	<i>Mastichodendrom capirii</i>	Ebenales	Sapotaceae
19	Aguacate de monte	<i>Persea sp</i>	Laurales	Lauraceae
20	Sopilocuabo	<i>Piscidia grandiflora</i>	Fabales	Fabaceae
21	Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabales	Fabaceae
22	Cagalera	<i>Ceitis iguanaea</i>	Rosales	Cannabaceae
23	Espino negro o pega pollo	<i>Pisonia aculeata</i>),	Caryophyllales	Nyctaginaceae
24	Palo de hule	<i>Ficus elástica</i>	Rosales	Moraceae

25	Palo de arco	<i>Apoplanesia paniculata</i>	Fabales	Fabaceae
26	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	Fabales	Fabaceae
27	Cornizuelo	<i>Acacia hindssi</i>	Fabales	Mimosaceae
28	Caraño	<i>Bursera graveolens</i>	Sapindales	Burseraceae
29	Cortes amarillo	<i>Tabebuia chrysanta</i>	Scrophulariales	Bignoniaceae
30	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Theales	Cecropiaceae
31	Helequeme	<i>Erythrina</i>	Fabales	Fabaceae
32	Talalate	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Laurales	Hernandiaceae
33	Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaeae</i>	Fabales	Mimosaceae

Tabla 02

Anexo 07: Inventario de fauna.

a) Los mamíferos.

Nº	Nombre común	Género y especie	Familia
1	Zorro cola pelada	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae
2	Zorro cuatro ojos	<i>Philander opossum</i>	
3	Mapachines	<i>Procyon sp</i>	Procyonidae
4	Cuyuso	<i>Potos flavus</i>	Procyonidae
5	Coyotes	<i>canis sp</i>	Canidae
6	Armadillo o cusuco	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Dasypodidae
7	Conejo común	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Leporidae
8	Guardatinaja	<i>Agouti paca</i>	Cuniculidae
9	Guatusa	<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasyproctidae
10	Ardilla común	<i>Sciurus Vulgaris</i>	Sciuridae
11	Murciélago listado	<i>Uroderma bilobatum</i>	Phyllostomidae
12	Murciélago cenizo	<i>Sturnira lilium</i>	Phyllostomidae

Tabla 03.

b) Las Aves.

Nº	Nombre común	Género y Especie	Familia
1	Alma de perro	<i>Geococcyx velox</i>	Cuculidae
2	Guardabarranco	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momotidae
3	Ala blanca o Azulona	<i>Zenaida asiática</i>	Columbidae
4	Corraleritas	<i>Zenaida macroura (Gris castaño)</i> <i>Columbina talpacoti (canelita oscura)</i>	Columbidae
5	Cenzontle común o sinsonte	<i>Mimus polyglottos</i>	Mimidae
6	Cenzontle	<i>Turdus grayi</i>	Turdidae
7	Eufonia gorgiamarilla	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Thraupidae
8	Guacaraza o colchona	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Troglodytidae
9	Chichiltote	<i>Icterus sp (sp amenazada según UICN 2012.</i>	Icteridae
10	Urraca	<i>Calocitta Formosa</i>	Corvidae
11	Güis común	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tyrannidae
12	Carpintero	<i>Melanerpes sp</i>	Picidae
13	Carpintero careto	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Picidae
14	Tijul o pijul	<i>Crotophaga ani</i>	Cuculidae
15	Zanate	<i>Quiscalus nicaraguensis</i>	Icteridae
16	Garza bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	Ardeidae
17	Gavilán blanco	<i>Buteo magnirostris</i>	Accipitridae
18	Zapoyolito, periquito	<i>Brotogeris jugularis</i>	Psittacidae
19	Cuco, Viuda	<i>Piaya cayana</i>	Cuculidae
20	Lechucita sabanera	<i>Otus cooperi</i>	Strigidae
21	Pocoyo	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae
22	Colibrí	<i>Lampornis sybillae</i>	Trochilidae
23	Jilguero	<i>Carduelis psaltria</i>	Fringilidae
24	Tordo	<i>Dives dives</i>	Icteridae

Tabla 04

Fuente. Inventario INTECFOR 2008, Plan General de Manejo de la Reserva Natural Tomabú e Inventario de actualización del presente trabajo 2016-2017

c) Reptiles y Anfibios.

Nº	Nombre Común	Género y Especie	Familia
1	Culebra mica	<i>Spilotes pullatus</i>	Colubridae
2	Cascabel	<i>Crotalus simus</i>	Viperidae
3	Boa	<i>boa constrictor</i>	Boidae
4	Culebras bejucas	<i>Oxybelis aeneus (café)</i> <i>Oxybelis fulgidus (verde)</i>	Colubridae
5	Coral	<i>Lampropeltis triangulum</i> (Falso) <i>Micrurus nigrocinctus</i> (verdadero)	Colubridae
6	Tortuga de tierra	<i>Rhinoclemmys sp</i>	Geoemydidae
7	Lagartija Cola chata	<i>Ctenosaura quinquecarinata</i>	Iguanidae
8	Lagartija verde espino	<i>Sceloporus malachiticus</i>	Phrynosomatidae.
9	Lagartija común	<i>Sceloporus variabilis</i>	Phrynosomatidae.

Tabla 05

Fuente. Inventario INTECFOR 2008, Plan General de Manejo de la Reserva Natural Tomabú e Inventario de actualización del presente trabajo 2016-2017

d) Insectos y otros especímenes menores.

Nº	Nombre común	Género y Especie	Familia
1	Zompopos	<i>Atta sp</i>	Formicidae
2	Gorgojo descortezador	<i>Dendroctonus sp</i>	Scolytidae
3		<i>Ips sp</i>	Scolytidae,
4	Gusano de seda del roble (Q segoviensis u oocarpa)	<i>Eutachytera psidii</i>	Lasiocampidae

Tabla 06.

Fuente. Inventario INTECFOR 2008, Plan General de Manejo de la Reserva Natural Tomabú e Inventario de actualización del presente trabajo 2016-2017.

Anexo 08: Listado de impactos analizados.

Sistema	Medio	Factores Componentes	Impactos analizados
Biofísico	Abiótico	1) Suelo	1. Erosión
			2. Tasa de infiltración
			3. Alteración edafo biológica
			4. Contaminación por vertidos.
			5. Alteración de la textura y estructura del suelo.
			6.Evaporación
			7.Alteración biofísica de la cubierta del suelo
		2) Aire	1. Emisión de ruido
			2. Emisión de humo
			3. Emisión de polvo
		3) Agua	1. Incremento de la escorrentía
			2. Contaminación biofísica de caudales.
			3. Sedimentación de reservorios.
			4. Disminución o aumento de caudales
		4) Geomorfología	1. Conformación de cárcavas
			2. Deslizamientos
	Biótico	5) Hombre	1. Intoxicación
			1. Afectación por vibraciones
		6) Bosque	1. Alteración del AB
			2. Alteración en la estructura vertical y Horizontal del bosque
			3. Regeneración natural y asistida.
			4. Plagas y enfermedades
			5. Incendios forestales
			6. Rendimiento por unidad de área.
			7. Heterogeneización florística
		7) Fauna	1. Alteración de nichos
			2. Migración de especies.
Social y económico	Medio perceptual	8) Paisaje/ Miradores	1. Belleza escénica
			2. Ecoturismo.
	Medio social	9) Jurídico económico	1. Incremento o disminución del Poder adquisitivo familiar

			2. Plusvalía en las propiedades
			3. Calidad de vida
			4. Respeto al marco jurídico ambiental
			Tabla 07.

Anexo 09: Matriz de cualificación y cuantificación de los impactos según actividad y medio alterado												
Actividad 01: Construcción y/o Reparación de Caminos y Patios de Acopio.												
			Criterios									
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Carácter o Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración o persistencia	Tiempo en aparecer	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Erosión	-	2	2	C	Pr	1	2	C	S	7
		Tasa de Infiltración	-	1	2	C	Pr	1	2	C	S	5
		Alteración de la cubierta vegetal.	-	2	2	C	Pr	1	2	C	S	7
	02 Aire	Emisión de ruido	-	1	1	C	Pr	1	2	C	S	4
		Emisión humo	-	1	0	C	Pr	1	1	C	S	2
		Emisión de polvos	-	1	1	C	Pr	1	1	C	S	3
	03 Agua	Incremento de la escorrentía	-	1	1	C	Pr	1	2	C	S	4
		Contaminación química	-	1	0	D	Pr	1	1	C	S	2
	04 Geomorfología	Conformación de cárcavas	-	1	1	D	Ac	1	1	C	S	3
		Deslizamientos	-	1	1	D	Ac	1	1	C	S	3
Medio biótico	01 Bosque	Alteración del área basal /ha (G/Ha)	-	1	2	C	Pr	1	1	C	S	4
		Alteración a la estructura vertical y horizontal	-	1	2	C	Pr	1	1	C	S	4
		Regeneración natural	-	1	1	C	Pr	2	4	C	S	7
		Plagas y enfermedades	+	3	3	D	Sc	1	2	C	N	12
	07 Fauna	Alteración de nichos	-	1	1	D	Pr	1	1	C	S	3
		Migración y/o desaparición de especies	-	3	3	D	Pr	0	0	C	N	9

Percep- tual	08 Miradores	Belleza escénica	-	1	2	C	Pr	2	3	C	S	7
		ecoturismo	-	2	2	C	Pr	1	2	C	N	7
Social	09 Económico	Calidad de vida	+	1	2	C	Pr	1	1	C	N	4
Tabla 08												

Anexo 10: Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 02: Inventario Forestal												
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Criterios									
			Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en aparecer	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Biótico	06 Bosque	Alteración a la estructura vertical y horizontal	-	1	0	C	Pr	1	1	C	N	2
	07 Fauna	Alteración de nichos	-	1	0	C	Pr	1	1	C	N	0
		Daño a nidos	-	1	0	D	Pr	1	1	C	N	0

Anexo 11: Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 03: Tala , troceo y desrame de árboles												
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Criterios									
			Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en aparecer	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Erosión	-	2	3	D	Pr	1	2	C	S	9
		Tasa de Infiltración	-	3	3	D	Pr	1	2	C	N	12
		Alteración de la cubierta vegetal.	-	2	3	D	Pr	1	2	C	S	9
	02 Aire	Emisión de ruido	-	1	1	C	Pr	1	1	C	N	3
		Emisión humo	-	1	1	C	Pr	1	1	C	N	3
		Emisión de polvos	-	1	0	C	Pr	1	1	C	N	2
	03 Agua	Incremento de la escorrentía	-	2	2	D	Pr	1	1	C	S	6
	04 Geomorfología	Conformación de cárcavas	-	2	2	D	Pr	1	1	C	S	6
		Deslizamientos	-	1	1	D	Pr	1	2	C	N	4
Medio Biótico	05 Hombre	Exposición a ruido y vibraciones	-	2	3	C	Pr	0	1	C	N	7
	06 Bosque	Alteración del AB/Ha	-	3	3	C	Pr	1	2	C	S	12
		Regeneración natural	+	3	3	C	Pr	0	2	C	S	11
		Control de Plagas y enfermedades	+	3	3	C	Pr	0	1	C	S	10
		Incendios forestales	-	1	2	C	Pr	1	1	M	S	4
		Producción por unidad de área	-	3	3	C	Pr	1	4	L	S	14
	07 Fauna	Alteración de nichos	-	3	3	C	Pr	1	4	C	N	14
		Daño a nidos	-	3	3	C	Pr	1	4	C	N	14

Perceptual	08 Miradores	Belleza escénica	-	3	3	C	Pr	1	4	C	N	14
		Ecoturismo	-	3	3	C	Pr	1	4	C	N	14
Socio Cultural y Jurídico	09 Económico	Poder adquisitivo	+	3	3	C	Pr		1	C	N	10
	10 Jurídico	Respeto al marco jurídico	-	2	3	C	Pr	1	1	C	S	8
		Cuido al medio ambiente	+	2	2	C	Pr		1	C	N	5

Anexo 12. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 04: Descortezado y Aplicación de insecticidas												
			Criterios									
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en aparecer	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Contaminación edáfica	-	1	2	C	Pr	1	1	C	N	4
	03 Agua	Contaminación de cuerpos hídricos	-	1	3	D	Pr	1	1	C	N	5
Medio Biótico	07 Fauna	Daño a ictiofauna	-	1	3	D	Pr	1	1	C	N	5
	05 Hombre	intoxicación dérmica y por inhalación	-	1	3	D	Pr	1	1	D	N	5

Anexo13. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 05: Quema en Manchones												
			Criterios									
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Erosión	-	2	2	C	Pr	1	1	C	S	6
		Tasa de Infiltración	-	2	3	C	Pr	1	1	C	N	8
		Alteración de la cubierta vegetal.	-	1	2	C	Pr	1	1	C	S	4
	02 aire	Emisión humo	-	1	1	C	Pr	2	1	C	N	4
		Emisión de polvos	-	1	0	C	Pr	1	1	C	N	2
	03 Agua	Incremento de la escorrentía	-	3	3	C	Pr	1	1	C	N	11
	04 Geomorfología	Conformación de cárcavas	-	1	2	D	Sc	1	1	C	S	4
		Deslizamientos	-	1	2	D	Sc	1	1	C	S	4
Medio Biótico	Bosque	Regeneración natural	-	2	3	C	Pr	1	1	C	S	8
		Plagas y enfermedades	+	3	3	C	Pr	0	0	C	S	9

Nota en los impactos positivos la reversibilidad y duración son cero es decir no definibles.

Anexo 14. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 06: Arrastre de Trosas												
			Criterios									
Medio Impactado	Elemento o aspecto del medio alterado	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Erosión	-	1	2	C	Pr	1	3	C	S	6
		Tasa de Infiltración	-	2	3	C	Pr	1	2	C	N	9
		Alteración de la cubierta vegetal.	-	3	2	C	Pr	1	2	C	S	9
	02 Aire	Emisión de ruido	-	1	0	C	Pr	1	1	C	N	2
		Emisión de polvos	-	2	2	C	Pr	1	2	C	N	7
	03 Agua	Incremento de la escorrentía	-	2	2	C	Pr	1	2	C	S	7
		Contaminación biofísica del agua	-	1	1	X	Pr	1	1	C	N	3
	04 Geomorfología	Conformación de cárcavas	-	1	1	X	Pr	1	1	C	S	3
		Deslizamientos	-	1	0	X	Pr	1	1	C	N	2
Biótico	06 Bosque	Regeneración natural	-	1	2	C	Pr	1	1	C	S	4
		Plagas y enfermedades	-	1	2	C	Pr	1	1	C	S	4
	07 Fauna	Alteración de nichos	-	1	1	X	Pr	1	1	C	N	3
		Daño a nidos	-	1	1	X	Pr	1	1	C	N	3
Perceptual	08 Miradores	Belleza escénica	-	1	1	C	Pr	1	1	C	N	3
		Ecoturismo	-	1	2	C	Pr	1	1	C	N	4

Anexo 15. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 07: Limpieza general o finiquito												
			Criterios									
Medio impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en	Considerada en proyecto	Ponderación
Medio Abiótico	01 Suelo	Erosión	N	1	0	I	Ac	1	2	C	S	3
		Tasa de Infiltración	-	1	1	C	Pr	1	2	C	N	4
		Alteración de la cubierta vegetal.	+	2	2	C	Pr	0	2	C	N	6
	02 Aire	Emisión humo	-	1	2	C	Pr	1	1	C	N	4
	03 Agua	Incremento de la escorrentía	-	2	2	C	Pr	1	1	C	N	6
		Contaminación física, química y biológica del agua	-	1	1	C	Pr	1	1	C	N	3
Biótico	06 Bosque	Regeneración natural (restauración)	+	3	3	C	Pr	0	4	C	S	13
	07 Fauna	Alteración de nichos	-	2	2	C	Pr	0	1	C	N	5
		Daño a nidos	-	1	2	C	Pr	0	1	C	N	3
Socio Económico y Cultural	09 Económico	Calidad de vida	+	2	2	C	Pr	0	1	C	S	5
		inversión y manejo del ecosistema boscoso	+	3	3	C	Pr	0	4	C	S	13
	10 Cultural	Respeto al marco jurídico	+	3	3	C	Pr	0	4	C	N	13
		Cuido al medio ambiente	+	3	3	C	Pr	0	4	C	S	13

Anexo 16. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 08: Cercado y Rotulación												
			Criterios									
Medio impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en	Considerada en proyecto	Ponderación
biótico	06 Bosque	Alteración del (AB m ² /ha) (Vol/ha)	-	1	1	C	Pr	1	2	C	N	4
		Alteración a la estructura vertical y horizontal	-	1	2	C	Pr	1	2	C	N	5
		Regeneración natural	+	3	3	C	Pr	0	4	C	N	13
	07 Fauna	Alteración de nichos	+	3	3	I	Ac	0	4	C	N	13
		Emigración y/o desaparición de especies	+	3	3	I	Ac	0	1	C	N	10
Socio Cultural	10 Cultural	Respeto al marco jurídico	+	3	3	C	Pr	0	0	C	N	9
		Cuido al medio ambiente	+	3	3	C	Ac	0	0	C	N	9

Anexo 17. Cualificación y Cuantificación de los Impactos según Actividad y Medio Alterado												
Actividad 09: Cercado y Rotulación												
			Criterios									
Medio impactado	Elemento o aspecto del medio	Impacto	Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Revercibilidad	Duración	Tiempo en aparecer	Considerada en proyecto	Ponderación
	06 Bosque	Alteración del (AB m ² /ha) (Vol/ha)	-	1	1	C	Pr	1	2	C	N	4
		Alteración a la estructura vertical y horizontal	-	1	2	C	Pr	1	2	C	N	5
		Regeneración natural	+	3	3	C	Pr	0	4	C	N	13
	07 Fauna	Alteración de nichos	+	3	3	I	Ac	0	4	C	N	13
		Emigración y/o desaparición de especies	+	3	3	I	Ac	0	1	C	N	10
	10 Cultural	Respeto al marco jurídico	+	3	3	C	Pr	0	0	C	N	9
		Cuido al medio ambiente	+	3	3	C	Ac	0	0	C	N	9

Anexo.18**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
UNI.****Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente PIENSA.****MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES.**

Lista de Cotejo para el propietario de finca o área afectada (marcar con una x en el indicador que corresponda).

Nº	CRITERIO DE VALORACIÓN	INDICADOR %				
		SI	NO	PAR	A veces	Siem pre
FASE I: PREVENCIÓN DE LA PLAGA DEL GORGOJO.(Antes de la afectación)						
1	Recibió visitas del técnico del INAFOR /MARENA u otra institución gubernamental o no gubernamental para monitorear la sanidad del bosque (antes que se constituyera en foco o plaga)					
2	Existen mecanismos comunales de alerta temprana para plagas y enfermedades forestales.					
3	Ha recibido o recibió capacitación sobre plagas y enfermedades forestales específicamente del gorgojo de los pinos antes del ataque					
4	Conocía las características de cada etapa de afectación de la plaga del gorgojo.					
5	Realiza o ha realizado alguna actividad para prevenir las plagas y enfermedades en su bosque.					
6	Las plagas y/o enfermedades en su finca han sido habituales o comunes o hasta ahora en los últimos años se presentan.					
7	Sabe ante quien dar aviso en caso de afectación por plagas en su bosque					
8	Reconoce etapas de infección por gorgojos?					
FASE II: ETAPA DE CONTROL DE LA PLAGA.						
1	Durante las actividades de saneamiento obtuvo acompañamiento <i>in situ</i> de manera permanente y completa de parte de las autoridades del INAFOR, MARENA, autoridades comunales u otros.					
2	El personal empleado en las labores de control es o fue suficiente.					
3	El personal fue previa y debidamente capacitado					
4	Se delimitó el área afectada					
5	Se marcan o marcaron los árboles a tumbar					
4	El motosierrista planifica la caída del árbol en pro de la población remanente.					
5	El árbol afectado es troceado y derramado en el punto de tumba					

6	El árbol tumbado es descortezado en el punto de tumba o fuera del lugar					
7	Se usa equipos y vestimentas de protección al momento de la tala.					
8	Se tumba la madera afectada en áreas de fuerte pendiente					
9	Se tumba árboles afectados en áreas riparias o de galería.					
10	Usa los equipos y vestimentas pertinentes durante aplica químicos.					
11	La madera llega limpia sin corteza al cargadero (se descortezada en el lugar de corte)					
12	Existe bodega de equipos y herramientas en el área de trabajo (campamento)					
13	Se genera algún tipo de basura en las actividades de prevención y control de la plaga.					
14	Se da tratamiento adecuado a la basura generada					
15	Le trae algún beneficio o daño la afectación del gorgojo si su respuesta es sí amplíe su respuesta.					
16	Lo afecta a usted la plaga del gorgojo porque justifique					
17	Se emplea mano de obra local en la gestión de plagas					
18	Existe algún nivel de preocupación de parte de la comunidad respecto a la plaga.					
19	Las congregaciones religiosas en algún momento abordan la problemática ambiental de la comunidad.					
20	Realiza (ó) quemas para el control de la plaga.					
21	El regente forestal encargado es profesional forestal o de disciplinas afines como agrónomo u otro.					
22	Las instituciones rectoras se acompañan de investigadores, docentes, universidades y otros en las actividades de prevención y control de la plaga. A veces, nunca, siempre, sí, no.					
FASE III. DESPUÉS DE LAS ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO.						
1	Se encuentra el área afectada libre de malezas como grama y madera apilada.					
2	Se ejecutó plan de restauración forestal en el invierno inmediato al evento de plaga.					
3	Se restringió el acceso al área una vez ejecutadas las acciones de restauración forestal.					
4	Se protegió el área a ser restaurada					
5	El dispositivo de protección es efectivo y duradero.					
6	El sistema de restauración establecido o propuesto es holístico.					
7	Se dispone de métodos o técnicas de monitoreo del sistema de restauración propuesto.					
8	Se dispone de mecanismos o alternativas de enmienda o mejoramiento del sistema de restauración propuesto. Si su respuesta es sí cuales:					
9	La comunidad aledaña al área afectada brinda propuesta o alternativas para mitigar y/o restaurar el área afectada					

Significado

SI	Cuando se ejecutó la acción
NO	No hay evidencias de haber ejecutado la acción
PAR	Se ejecutó parcialmente
A VECES	No siempre se hizo o hace la acción

Anexo 19.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
UNI.**

Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente PIENSA.

**MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES
CUESTIONARIO.**

Para el propietario de la finca o encargado

I. Instrucciones generales.

El entrevistador previamente explicará el objetivo de las preguntas y resaltará la importancia de sus respuestas para el presente estudio, para confianza del entrevistado no es primordial que nos de sus datos personales.

Las respuestas deberán anotarse exactamente como son respondidas por el entrevistado.

En caso de no hacerse entender el entrevistador podrá simplificar o replantear la pregunta sin perder el objetivo de la misma.

Es preciso que las respuestas se conduzcan hacia la pregunta, nunca deben inducir algún tipo de respuesta o inclinación

Se debe participar al entrevistado sobre la grabación de su respuesta y discreción de la misma.

II. PREGUNTAS. Se abordan según fase de afectación del gorgojo

2.1 ANTES DE LA AFECTACIÓN

1. Quien notificó la presencia de plaga en su finca.
2. Ante quien dio aviso.
3. En qué etapa de infección (afectación) estaba el bosque o foco cuando dio el aviso.
4. Cuanto tiempo transcurrió (hrs, días o meses) para que vinieran a atender la afectación después de notificado.
5. Es la primera vez que su bosque es afectado por esta u otras plagas.
6. La afectación fue igual, mayor o menor que la anterior. Considerando área u árboles afectados.
7. Existe o tuvo algún tipo de obstáculo para la ejecución en tiempo y forma las actividades de control de la plaga; si su respuesta es sí; explique en pocas palabras
8. Que o cual institución o persona natural le brindó o ha brindado capacitación técnica referente al gorgojo de los pinos.
9. El instructor fue claro y específico en su exposición.
10. Logró dejarlo bien instruido en lo referente a plagas y enfermedades del bosque.
11. La información facilitada fue suficiente y útil para hacerle frente a una plaga o enfermedad en el bosque.
12. Puede describir en pocas palabras en que consistió la capacitación.
13. Se brindó antes, durante o después del ataque de la plaga.

2.2. DURANTE LA AFECTACIÓN.

1. Durante la ejecución del saneamiento tuvo acompañamiento y/o dirección institucional directa y permanente. Explique de qué forma.
2. Las actividades de gestión o saneamiento fueron o son evaluadas a diario, al final del día, de la semana, al final del saneamiento o nunca.
3. El tiempo empleado por hectárea en las actividades de control, es suficiente, mucho, poco, adecuado; argumente su respuesta.
4. El árbol tumbado es descortezado en el sitio.
5. Que tratamiento le dan a la corteza y ramas del árbol tumbado. (describa)
6. Usa insecticidas para el control de la plaga del gorgojo; si su respuesta es sí, quien se lo prescribió.
7. El traslado de la madera hacia el patio se hace con bueyes, tractor agrícola, otro
8. Le da algún tratamiento al suelo posterior al saneamiento practicado; si su respuesta es sí describa.
9. Existe algún tipo de apoyo comunal para desarrollar las actividades de control de la plaga.
10. Qué % de la comunidad estaría dispuesta a participar en alguna forma en las actividades de restauración y protección del sitio afectado.
11. Quienes de la familia atienden lo referente a la plaga del gorgojo y de qué forma.
12. Que especies arbóreas emplea o empleó para restaurar el área afectada.
13. Existe alguna institución brindándole asesoría técnica después del saneamiento. Si su respuesta es sí, en que aspecto lo han apoyado.
14. Cuenta con mecanismos o medidas de mitigación de los impactos; si su respuesta es sí cuales. (Viveros, Brigadas contra incendios, Plan de monitoreo post tratamiento, cuidado a la regeneración, siembra o plantación ; obras de conservación de suelo Otras)

2.3 DURANTE LA INSPECCIÓN IN SITU.

NOTA: Los aspectos o interrogantes abajo descritos serán aplicados (indagados) durante la visita in situ o área afectada.

1. El área afectada y/o tratada se encuentra debidamente cercada.
2. Existe material combustible apilado en el sitio.
3. Se observan recipientes de químicos o bolsa y otros en el sitio.
4. Se observan tocones o señales de aprovechamiento en las áreas riparias o de fuerte pendiente.
5. La apertura de caminos se hace con tractor o a mano.
6. Hay evidencias de obras de mitigación en el sitio afectado
7. Se observa alguna actividad ganadera en el sitio (presencia de heces, sesteo, trafico otros)
8. Se observa zompoperas u otras plagas en el área tratada.
9. La capa superficial del suelo esta suelta, con cobertura de malezas o gramas describa.
10. Qué tipo de estructura y textura edáfica existe en el área afectada. Qué tipo de fauna existe en la zona afectada antes y después de la afectación.

- 11.** Se evidencia algún tipo de OCSA²⁹ en las áreas afectadas. Si su observación es positiva; estas son adecuadas y suficientes.

²⁹ Obras de conservación de suelo y agua.

Anexo 20.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
UNI.**

Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente PIENSA.

MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Entrevista para el regente y/o funcionarios responsables del MARENA e INAFOR.

I. Generalidades.

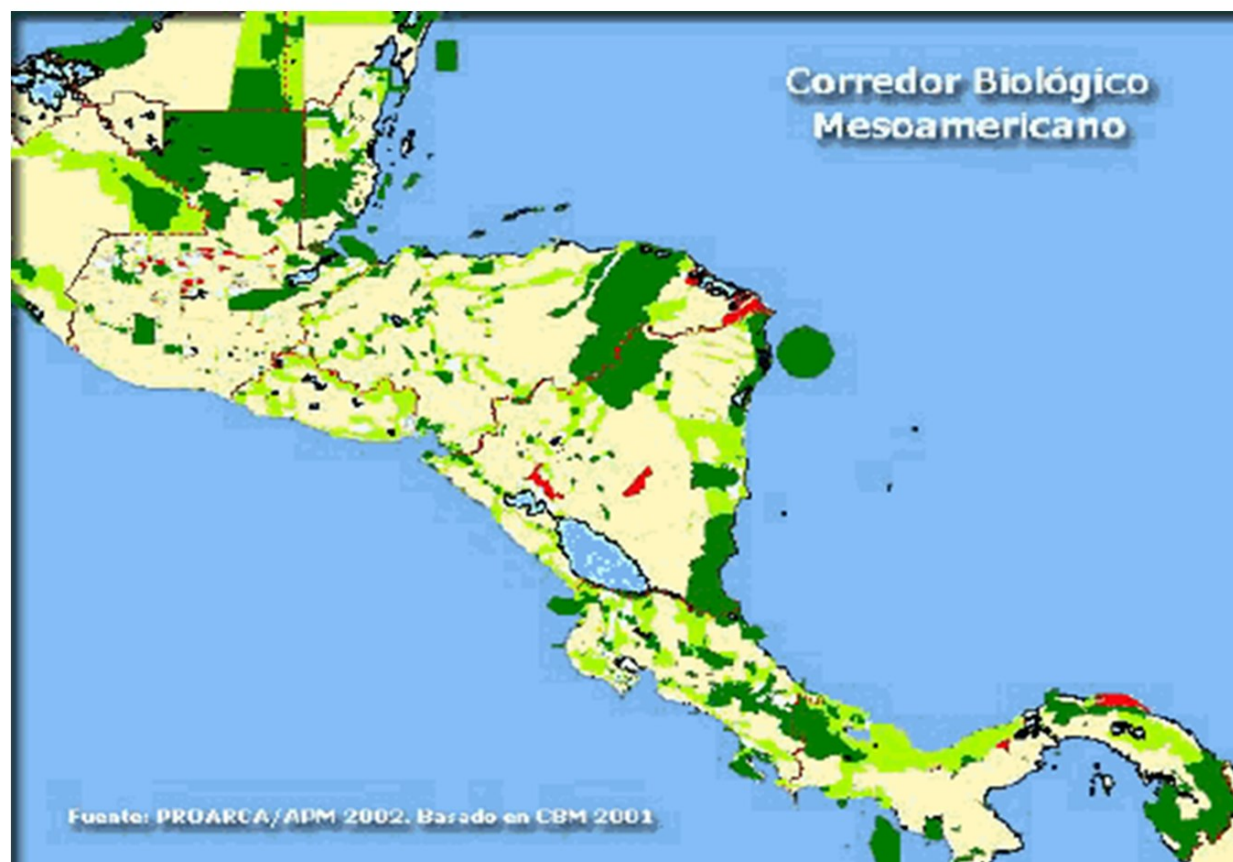
Fecha _____

- a) Nombre del entrevistado: _____ Apellidos _____
- b) **2. Ubicación política y de Gestión Forestal**
Departamento _____ Municipio _____ Comunidad _____
Distrito Forestal _____ Finca Nombre: _____
- c) Institución para la cual trabaja _____

El objetivo de las siguientes preguntas es evaluar y monitorear el procedimiento desarrollado en la prevención y control de plagas en los ecosistemas de pino.

1. Estudios realizados y/o profesión del entrevistado.
2. Ha recibido alguna capacitación o especialidad en lo referente a prevención y manejo de plagas y enfermedades forestales.
3. Si su respuesta es sí; cuanto tiempo y donde lo capacitaron, la información recibida fue adecuada y suficiente.
4. Tiene experiencia en el control de plagas y enfermedades forestales
5. El tratamiento a la plaga del gorgojo es o fue colegiado con profesionales de otras disciplinas ambientales como ecólogos, biólogos, economistas ambientales, entomólogos y otros.
6. Emplea algún mecanismo de monitoreo post tratamiento de parte suya o de la institución que representa. Si su respuesta es sí, que hace.

Anexo 21



<http://www.fao.org/docrep/article/wfc/xii/MS15-S-1.gif>